

# Krok přes řeku času

## Úvaha ke svazarmovskému sjezdu

Dr. František Huťka,

tiskové oddělení ÚV Svazarmu

Není vůbec náhodné, že pojem času se stále častěji objevuje na pořadu dne. Přemýšlíme o něm, čteme v tisku, slyšíme v rozhlasu i v televizi. Dostal se do společenských věd, je předmětem zkoumání filozofů i sociologů. Nevyhýbají se mu ani umělci píšíci poezii či prózu. Diplomátům se ho nedostává a politikům povážlivě chybí. Ti, co řídí výzkum či výrobu, si na nedostatek času sježdí od rána do večera.

Ustaraní funkcionáři chodí s rukama za zády a lámou si hlavu s tím, jak natáhnout pracovní den. Uspěchané ženy zapřažené do téměř dvou směn v jednom dnu hledají vhodnou chvíli, kterou by vyšetřily na děti a trochu i na sebe. Jak rády by odložily alespoň na krátkou dobu chomout všedních a stále se opakujících starostí. Jen kdyby bylo více času! Slovo čas nás pronásleduje. Ne svým pojmem, ale obsahem. Svou drtivou pravdou, tíhou; kterou ne každý dokážeme unést. Dostali jsme se do časové tísně. Lidstvo jako celek. Kde vzít více času? Tato otázka ovládla přítomné století. Ale k čemu je vlastně moderní člověk potřebuje? K plnému životu, přátelé! Je ho potřeba pro všestranný rozvoj člověka.

Diváme-li se na tuto otázku z různých rovin, vynoří se nám zcela přirozeně odlišné pohledy a dostaneme i různé odpovědi. Vysoký stupeň společenské dělby práce, rozmanitá tvůrčí, vědecká, technická i manuální činnost lidí vyvolává jinou potřebu času. Jedno je pro nás všechny společné – potřebujeme čas k tomu, abychom především zajistili mírový život na naší planetě. Ale také – a to je už podmíněno společenským řádem – zajistili každému slušný životní standard.

Dostatek potravin, průmyslového zboží, dobré bydlení, moderní dopravu do práce i z práce, školní vzdělání a možnost kulturně se vyžívat, cestovat a poznávat cizí kraje i země, moderní průmysl i zemědělství, v němž budou pracovat moderní stroje. Takové, které na sebe vezmou tíhu namáhavé ruční práce a zbaví nás monotónních pracovních úkonů, které jsou vysilující fyzicky i psychicky. Potřebujeme jako lidstvo chráněné prostředí, hodně čisté vody v mořích, řekách i v rybnících a pěkné zelené lesy. To všechno a ještě něco navíc si přeje lidstvo. Touží po tom. Tyto sny a plány byly vtěleny do mnoha projektů teoretických i praktických. Zrodily se v obou částech civilizovaného světa.

Náš svět, svět socialistický, začal už tyto plány realizovat. Postupně a plánovitě. Velkorysé programy byly vytyčeny na sjezdech bratrských komunistických a dělnických stran. Před našimi zraky probíhá jejich plnění. Jsou zaměřené především na mnoho let dopředu. Svou perspektivností míří až do konce dvacátého století. Ty odvážnější myslí už na století následující. Realizace plánů však neprobíhá tak přímočaře a bezpochybové, jak by se mohli naivně myslejší jednotlivci domnívat. Nežijeme ve vzduchoprázdnu, ale v trdně rozděleném světě. A v osmdesátých letech se život ve světě zkomplikoval.

Imperialistické kruhy a jejich vojen-skoprůmyslový komplex však nemají chut dále rozvíjet ducha mírového soužití. Začaly horečně zbrojit. To přirozeně vyvolává obavy na celé planetě. Lidstvo je vážně ohroženo. A z této obavy se zrodily akce miliónů lidí za odvrácení nukleární války, za návrat časů dialogu a vzájemného respektování zvláštností. To všechno je nutné ve jménu života na Zemi. Je to příkaz vyspělé civilizace. Socialistické země a mezi nimi především Sovětský svaz, celou svou podstatou společenského řádu, svou politikou, programy rozvoje společnosti jednoznačně ukazují, co chtějí a oč usilují, kam směřují. Činy našich zemí slouží pokroku a míru. V tomto úsilí jsme rozhodnutí i přes složitost tohoto období pokračovat.

Vše, čeho jsme v dnešních časech svědky, nás objektivně nutí k tomu, abychom v realizování plánů rozvinuté socialistické společnosti ještě energičtěji pokračovali. Vzdor obtížím, vlastním problémům, těžkostem, chybám i omylům, ale i vzdor překážkám, které nám kapitalistický svět způsobuje. Komunistická strana Československa vytyčila reálný program. Za jeho uskutečnění musí každý poctivý občan, který má naši zemi rád, dělník, zemědělec, technik, konstruktér, pracovník výzkumu, umělec i vědec se zasadit celou svou lidskou podstatou. Svou poctivou a kvalitní práci prokazuje stupeň svého lidství, kulturní vyspělosti, politické odpovědnosti a postoj vlastence.

Dnešek potřebuje konstruktivní činy. Takové, které by posunuly naši společnost, techniku a myšlení dopředu. Postavení Československa ve světě, jako početné malé země, bude takové, jak dokážeme vstřebat nejmodernější požadavky vědy a techniky a jak dokážeme výsledků vědeckotechnické revoluce využít ve výrobě. Čas je faktor, který dnes v mnohém rozhoduje o tom, zda budeme i dále přešlapovat na místě, vzájemně si poplácávat na ramenou a postěžovávat si, že to či ono nejde, anebo si každý na svém pracovišti vyhrneme rukávy a pustíme se do řešení malých i velkých problémů doby.

Strana vytyčila program převedení naší ekonomiky na cestu intenzivního rozvoje. Tento proces není lehký a nebude ani bezbolestný. Musíme při něm však umět využít všech cenných poznatků a zkušeností, které jsme za etapu budování socialismu u nás nashromáždili. Přehodnotit je a ty nejpotřebnější využít. Protože jde o strategický význam přeměny naší ekonomiky, tomu musí odpovídat i stanovení hlavního směru úsilí. Tomu musí dále odpovídat i nutná změna dosavadního myšlení našich občanů.

Zákony vědeckotechnické revoluce a požadavky z ní vyplývající se budou dnes anebo již zítřka dotýkat každého z nás. A jsou to požadavky přehodnotit své dosavadní vzdělání, svůj přístup k práci, využívaní pracovní doby, ale i upřímně se podívat na svou myšlenkovou pohodlnost, spokojenost s průměrnými technic-

kými znalostmi a schopnostmi. Ze všeho nejvíce však leží největší tíže na vedoucích řídicích kádrech. Ony ve značné míře rozhodnou o tempu i kvalitě našich odvážných kroků do budoucnosti.

Zápas za uplatnění poznatků vědeckotechnické revoluce není a nikde ve světě nebyl bezrozporným procesem. Nebude to ani u nás procházka pěknou zahradou. Z jednoty základních zájmů ještě nevyplyvá plný soulad všech ostatních zájmů. Lidé mohou být politicky vzděláni, technicky zdatní, ale může jim scházet odvaha poprat se s problémy, ale i s lidmi, kteří nebudou vždy ochotni „přesedlat“ na novou profesi, na nový úkol. Právě s pohodlnými budou u nás potíže.

Naši zemi čeká velká bitva. Vyhrajeme ji jen tenkrát, když využijeme potenciální síly celé společnosti. Měli bychom bděle sledovat a objevovat nové možnosti v každém odvětví, výzkumném pracovišti, závodě. Povzbuzovat nejlepší moky k hledání cest, po kterých by se měla země ubírat. Vytvářet prostor a ponechat pružnost v myšlení i rozhodování těm, kteří vidí dál do příštích dnů. Otevřít zdroje, které jsou ukryty v nevyužitých vědeckých objevech, vynálezech a zlepšovacích návrzích. Podporovat směle plány jednotlivců i kolektivů, a to i tenkrát, když cena se zdá být příliš vysoká. Sdružovat všechny myslící občany, kteří jsou ochotni vzít na sebe riziko hledání nového, dosud nevyzkoušeného. Potřebné klima tu musí vytvářet zejména nositelé technického myšlení, nových, pokrokových metod a forem práce. Bez formování veřejného mínění a správných postojů k činům a opatřením, která budou ti nejdávnější přijímat, to určitě nepůjde. Průkopníci nového budou potřebovat naši politickou, morální i občanskou podporu. Nikdy v minulosti se u nás nezrodilo nic velkého bez trpělivé, usilovné a poctivé dřiny, bez obětování, odříkání a hledání. Proto odvážným je třeba držet palce a umět je čestně a otevřeně podpořit tam a tenkrát, když bude hrozit, že vytyčený úkol by mohl zůstat nesplněn.

Moderní technika dostala křídla, která jí předtím narýsovali a vytvořili šikovní vědci. Ti myslí na projekty už XXI. století. Máme co dohánět. A o tom, jaký je stav, si jednoho krásného dne povídali starší poradci evropských vlád pro otázky vědy a techniky Evropské hospodářské komise. Bylo to ve Vídni v roce 1980 a vedle sebe zasedli zástupci socialistických i kapitalistických zemí. Středem zájmu byla otázka – jak je věda uplatňována v praxi. Jak dosvědčili všichni zástupci, bylo to maximálně zajímavé téma. Shoda nastala ve shrnutém poznatku, že rozvoj vědy a techniky se musí stát základním zdrojem pro urychlování vnitřní efektivnosti i výkonnosti ekonomiky. Ke stejnému poznatku jsme dospěli i u nás. Mobilizace faktorů vědeckotechnického rozvoje je příznačná pro celý moderní průmyslově vyspělý svět. A tak na cestu za realizací této velké myšlenky se pouštějí ty země, které dokáží zmobilizovat mozky i připravit odpovídající organizátory výroby. Bez přípravy v oblasti plánování a vytyčení hlavního článku řetězu, bez přípravy kádru a financí to určitě nepůjde. To hlavní, co rozhodne o uskutečňování smělých plánů, to jsou kádry. Lidé vzdělání, všestranní a odvážní. Občané vybavení lidskou statečností a obrnění vytrvalostí, kteří se umějí opřít o tvůrčí a pracovité kolektivy.

Od vědy očekáváme, že nás bude znepokojovat novými poznatky a ukazovat, kde a jakými cestami postupovat kupředu. V tomto smyslu si na to musí zvykat celá řídicí i hospodářská sféra. Tato slova,

pronesená předsedou vlády na slavnosti 30. výročí založení Československé vědeckotechnické společnosti, svým způsobem precizují obtížnost doby.

Příkazem dneška je umět zorganizovat výrobní aplikaci poznatků vědeckotechnické revoluce. A to je a bude velmi obtížné. Bez nadšených lidí se nelze tohoto velkého úkolu zhostit. Proto výchova a příprava našich občanů v tom nejširším slova smyslu má velký význam. A odtud bychom mohli odvodit i poslání československé branné organizace – Svazu pro spolupráci s armádou – právě v oblasti branné technické přípravy dětí, mládeže a obyvatel. „... : rozvoj technického myšlení, technické dovednosti a návyků mladých lidí, k čemuž zájmová branná technická a branná sportovní činnost Svazarmu směřuje, příznivě ovlivňuje bojovou připravenost i přípravu mladé generace pro život v socialistické společnosti, v níž se zřetelně uplatňují procesy vědeckotechnické revoluce.“ Tento obecný úkol, formulovaný v rezoluci VI. celostátního sjezdu Svazarmu roku 1978, plnila naše branná organizace už od svého založení v roce 1951. Branná technická činnost, rozvíjená od prvo počátků ve Svazarmu, sehrála svou pozitivní roli v dlouhé etapě budování socialismu u nás. Polytechnická výchova, kterou branná organizace začala široce již tenkrát uplatňovat, prošla kvalitními proměnami. Od drobných, technicky nenáročných činností kroužků se přešlo až k dnešní moderní radiotechnice, videotechnice a elektronice. Velký kus práce vykonávají modeláři. Zvláště pak ti svazarmovci, kteří pracují s mladými motoristy a radioamatéry. Tam všude prokazují tisíce obětavých svazarmovských funkcionářů a aktivistů svou sounáležitost s brannou organizací. Tam všude se spolupodílejí na propagaci polytechnické výchovy, na přípravě mladých lidí k volbě povolání, tam všude se učí technickým dovednostem a zručnostem.

Polytechnická výchova tvoří významnou součást činnosti naší branné organi-

zace. Právem byla zakotvena v usnesení PUV KSČ ze 30. 3. 1973 a nazvaném „Úloha Svazarmu a směry jeho dalšího rozvoje“. V souladu s celospolečenskými zájmy a v jednotě s úkoly vytyčenými XVI. sjezdem KSČ, se v říjnu loňského roku sešlo 10. zasedání ÚV Svazarmu a zabývalo se stavem polytechnické výchovy. Bylo konstatováno, že rozvoj branné technické a modelářské činnosti zaznamenal velký posun kupředu. Shodně bylo prohlášeno, že kvalitativnímu rozvoji pomohlo přijetí koncepcí pro rozvoj jednotlivých odborností, jejíž realizace přispěla k vytváření širšího prostoru pro uspokojování zájmů a zálib jednotlivců i kolektivů. Podařilo se rozvinout pestrou a ptažlivou činnost v základních organizacích a klubech. Rozbor polytechnické výchovy byl podroben analýze a padlo zde i mnoho kritických připomínek. Byly vzneseny i podnětné návrhy na radikální řešení materiální technické základny, bez níž je další činnost kroužků, klubů i základních organizací právě v technických činnostech nemožná. Touto otázkou se musí zabývat nejvyšší orgány Svazarmu. Bez vydatné a energické podpory našeho průmyslu to však nepůjde.

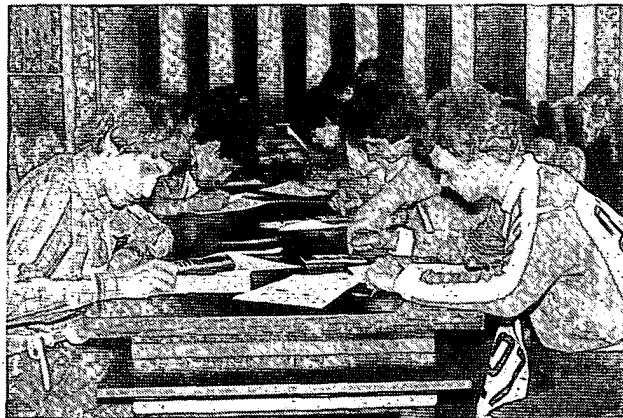
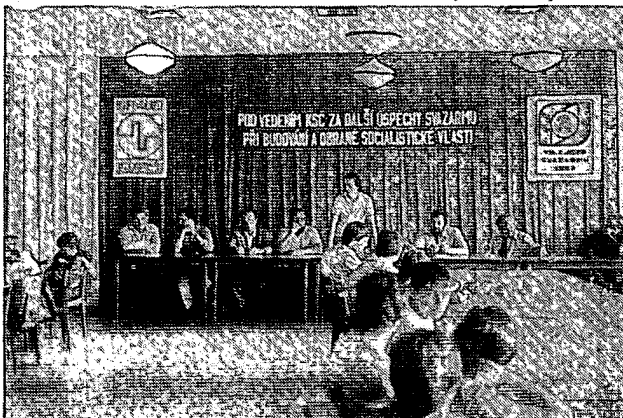
I nadále jde branné organizaci o to, aby pokračovala za využití moderních prostředků a s dostatečnou materiální technickou základnou v přípravě naší mládeže a občanů k úkolům, které před ně staví vědeckotechnická revoluce. Stovkám oddaných instruktorů a organizátorů jde o to, vytvářet aktivní vztah k technice. Díky jejich životním zkušenostem i pedagogickým schopnostem se učí zvláště děti a mládež technicky myslet, prohlubují si v kroužcích a klubech technické znalosti, odborné vědomosti, technickou zručnost a dovednost. Desáté plenární zasedání vysoce ocenilo práci, kterou svazarmovský aktiv, výbory základních organizací a územní orgány vykonaly. Právem bylo z tribuny poděkováno radám odbornosti za dobrovolnou a tvořivou práci ve pro-

spěch celé naší společnosti. Toto zasedání vytvořilo i příhodnou atmosféru pro jednání VII. celostátního sjezdu Svazarmu.

Není vůbec náhodné, že pojem času se stále častěji dostává do popředí naší pozornosti. Je to příznačné pro druhou polovinu našeho století. Tempo, které udává vědeckotechnická revoluce, nutí stát, velké i malé kolektivy, ale i společenské organizace u nás ke zvýšení rytmu v myšlení, v organizaci výroby i práce, k obměně vzdělání. Rodí se nové stroje a nástroje, a staré pozvolna zanikají. Vznikají celé mechanizované a automatizované výrobní linky; řídící i výrobní systémy.

A přesto, že technika v některých oborech spěchá rychle kupředu, zůstávají ve výrobě stroje čtyřicátých let. V našem národním hospodářství pracují a budou ještě dlouhou dobu existovat provozy a závody s rozdílnou úrovní strojového vybavení. A tyto dvě skutečnosti si vynutily, aby se jim naše společnost a v ní i člověk přizpůsobil. Zanikají staré profese, vznikají nové. Ty však chtějí vyšší vzdělání, větší míru osobní odpovědnosti. Prohlubuje se i dělba práce a tím se rozšiřil význam specializace. Ten s sebou nese opět větší nároky na průběžné doplňování vzdělání. Zmíněná fakta nás vybízejí, abychom vědu, techniku a její výsledky vzali nanejvýš vážně na vědomí. Faktor času ohlašuje, že ti, kteří se opozdí, zmeškají expres vědeckotechnické revoluce, který uhání do jedenadvacátého století. Ještě je čas nastoupit ...!

Tato úvaha není úvodníkem v čistém pojetí. Je to hlasité přemýšlení o jevech a věcech, které nás obklopují. Má to být především přímluva, aby velká rodina kutilů, amatérů, vynálezců, konstruktérů a zlepšovatelů, organizovaných ve Svazarmu, ale i neorganizovaných, těch, co mají i nemají akademické tituly, s funkcemi i bez nich, aby tato velká síla umných a talentovaných občanů přispěla k dalšímu rozkvětu naší socialistické vlasti.



## Rok 1983 – rok VII. sjezdu Svazarmu

Letošní rok byl pro radioamatéry a pro amatéry-elektroniky obzvláště významný. Jejich činnost oslavila první výročí pod vedením oddělení elektroniky ÚV Svazarmu (bylo založeno v létě 1982), odbornost elektroakustika a videotechnika rozšířila svůj název v souladu se svojí působností na odbornost elektroniky a všichni společně jsme se zájmem sledovali přípravy a průběh nejdůležitější svazarmovské události roku – VII. sjezdu Svazu pro spolupráci s armádou.

Na počest VII. sjezdu Svazarmu

uspořádali radioamatéři i amatéri-elektronici během roku 1983 celou řadu akcí: Na levém snímku vidíte účastníky setkání mládeže odbornosti elektronika v Kolíně, které proběhlo v červnu. Druhý snímek je z mistrovství ČSSR mladých elektroniků, které se konalo rovněž v měsíci červnu, avšak v SSR, v Nových Zámcích. Vpravo (s číslem 27) je člen vítězného družstva Jihočeského kraje Jiří Šustr, OL2VAG, z Českých Budějovic.

(foto Z. Nezbeda a OK3LU)





## Přijďte mezi nás!

Nemálo kilogramů potíštěného papíru a nemálo proschůzovaných hodin je věnováno debatám o otázce, jak přivést do klubů radioamatérů co nejvíce zájemců o náš sport, jak vzbudit a podchytil chut omladiny i těch starších přijít a zkusit to. Statistická hlášení podchycují množství náborových akcí s počty účastníků někdy až neuvěřitelnými. Po celé republice je několik set radioklubů a kroužků, z nichž většina si – alespoň v plánech a hlášení – ukládá rozšiřování členské základny za prvořadý úkol. Podle toho by zájemce o radioamaterství vůbec neměl mít problém s nalezením nějakého radioklubu a jak v něm uplatnit svůj zájem; naopak by se měl těžce rozmyšlet, pro který klub z celé řady těch, které hlásají (na papíře) „Přijďte mezi nás!“, se rozhodnout. Ale chyba lávky.

„Mám dost velký zájem o rádiotechniku, no žiaľ nevedel som sa kam obrátiť, až teraz, keď som sa v AR dočítal o tom Vašom kurze. Až som sa tomu potešil, že sa naskytla možnosť, ako sa dostať alebo zapojiť do Vašej veľkej rodiny. Pochádzam až z východného Slovenska a preto sa k Vám zatiaľ osobne nemôžem prísť prihlásiť.“

Takovéto a podobné dopisy a telefonáty dostáváme do pražského radioklubu OK1KZD každoročně vždy potom, kdy vyjde v AR upozornění na zahájení dalšího běhu našeho kursu radiových operátorů. Piší a telefonují zájemci z Čech, Moravy i Slovenska. A není příjemný pocit je odmítnat, protože jakousi „korespondenční“ formu kursu bychom neuvládli. Není snadné vysvětlovat, že právě v jejich okrese je hned několik klubů, které se ovšem zřejmě hledí nějakého styku s veřejností pečlivě vystříhat. Za léta jsme si takto dopisovali a telefonovali se zájemci snad ze všech krajů naší republiky, poznali nemálo lidí, dozvěděli se leccos o jejich životě i o jejich obcích, objektivní i dosti subjektivní postřehy až po suché konstataování, že „rada MNV se nestará o ty chudobnější“. Jistě – tohle vyvolá úsměv, ale nad závěrem takto bezděčně získané statistiky se usmívat nelze: ne všude a ne vždy lze nalézt radioamatéry, ne vždy jsou proklamace o náboru chápány jinak, než jen jako nezbytný kosmetický doplněk plánů a zpráv.

Tedy – přijďte mezi nás. Ale kam? Naznačené těžkosti čtenářů AR dokládají, že v odpovědi na tuto otázku jsme značně skoupí. Ukazuje se, že přebujelou rétoriku výkazů a hlášení je třeba přeměnit ve zcela konkrétní propagační činnosti, ve skutečnou pomoc všem zájemcům v jejich snaze naplnit zájem o práci v radioklubech, klubech elektroakustiky, videotechniky a výpočetní techniky. Při každé propagační náborové akci je nutné nejen ukazovat bohatství a zajímavost předváděné činnosti, ale konkrétně také upozornit, kam se případný zájemce může obrátit. Zcela nedostatečné jsou využívány

periodické tiskoviny. Místní a okresní noviny by byly velmi dobrým místem k propagaci práce organizací právě v místě jejich působnosti. Výsledky soutěže „Napište to do novin“ v Amatérském radiu ukazují rezervy v tomto směru. Právě Amatérské radio jako náš jediný časopis pro zájmovou činnost v oblasti elektroniky by ovšem mohl propagačně náborové práci pomoci ještě více než dosud, například zařazením pravidelné rubriky, kde by organizace mohly oznamovat připravované kurzy, školení a jiné akce pro veřejnost zájmově orientovanou na elektroniku, která prakticky jako celek tvoří čtenářskou obec časopisu. Rozvoji činnosti a organizace by se tak prospělo pravděpodobně více než inzercí v rozsahu jedné a půl stránky, jejímž předmětem jsou v nemalé části různé „receivery“, „tunery“, „tape-decky“ a další zahraniční zboží v sortimentu a cenách, které by mohly budit závist leckterého podniky zahraničního obchodu.



Těžiště propagační práce musí ovšem spočívat především v místě působení té které organizace. Jako jeden z možných prostředků lze uvést příklad MRRA v Praze, která připravuje ve formě propagačního materiálu seznam pražských radioamatérských organizací se stručným přehledem jejich činnosti a možnostmi styku s nimi. Takový materiál by – samozřejmě společně pro všechny odbornosti – mohl být zpracován všemi okresními organizacemi Svazarmu a být v dostatečném množství k dispozici všude tam, kde svazarmovská organizace vystupuje na veřejnosti.

Další nezbytností je vytvoření předpokladů pro možnost skutečného uplatnění přicházejících zájemců v práci organizace, to je ovšem zase jiná kapitola.

OK1DJF

## Hifiklub na Pedagogické fakultě v Plzni

Úkolem pedagogických fakult je připravit studenty na budoucí povolání učitele nejen po stránce odborné, metodické a pedagogické, ale i po stránce společenské angažovanosti. Proto byla nejprve na pedagogických fakultách, později na všech vysokých školách zavedena jako součást výuky společensko-politická praxe studentů. Povinnosti vykonávat společensko-politickou praxi podléhají na pedagogických fakultách studenti 1. až 4. ročníku.

Pedagogická fakulta v Plzni byla jednou z prvních vysokých škol, kde byl systém společensko-politické praxe zaváděn a ověřován. Studenti 1. ročníku mají v současné době možnost volit mezi 22 formami práce, kterou mají získat základní zkušenosti z angažované práce pro společnost.

Jednou z prvních forem společensko-politické praxe, která je v Plzni rozvíjena od roku 1974, je aktivní členství ve Svazarmu. Studenti s aprobací matematika-fyzika mohou volit vedle ostatních forem i členství v hifiklubu Svazarmu.

Hifiklub Svazarmu na pedagogické fakultě pracuje podle čtyřletého cyklického plánu. V každém z osmi semestrů mají studenti povinnost „odpracovat“ 15 hodin za semestr. V prvních dvou semestrech probíhá odborný seminář, ve kterém se studenti připravují odborně a metodicky na práci vedoucího oddílu mládeže hifiklubu. Ve druhém ročníku se teoretická příprava kombinuje s praxí – studenti se účastní týdenních schůzek oddílů mládeže, kde pracují jako instruktoři s pionýry ve věku 12 až 15 let, vybraných základních škol. Ve třetím ročníku zvyšují odborné znalosti ve výukových předmětech, tj. v elektronice a v elektronickém praktiku. Jejich znalosti jsou již na takové úrovni, že mohou samostatně vést schůzky oddílů mládeže začátečníků. Ve čtvrtém ročníku vedou samostatné schůzky oddílů mládeže pokročilých a účastní se obou kol svazarmovského školení vedoucích oddílů mládeže v odbornosti elektroakustika a videotechnika. Získání kvalifikace je podmínkou úspěšného zakončení společensko-politické praxe.

Vedle přípravy odborné a metodické, která je zaměřena na vedení oddílů mládeže, rozvíjejí členové hifiklubu také vlastní zájmovou činnost, která se vzhledem k podmínkám orientuje hlavně na konstruktérskou činnost v elektronice a elektroakustice. Hifiklub se pravidelně účastní krajských kol přehlídek Hifi-Ama, v roce 1982 zajišťoval práci dílny mládeže na celostátní výstavě Hifi-Ama '82 v Plzni.

Vzhledem k optimálním podmínkám v oblasti přístrojové techniky a spotřebního materiálu, které hifiklubu poskytuje oddělení fyziky katedry matematiky a fyziky, je možno rozvíjet v oddílech mládeže náročnou práci s dobrým odborným i metodickým vedením. Každoročně je vypisováno téma, kterým se mohou studenti zúčastnit soutěže studentské vědecké, umělecké a odborné činnosti, které může být zaměřeno buď na návrh a výrobu vhodné demonstrační pomůcky, nebo na metodické zpracování některého z témat. Zvolený námět může být rozšířen a zpracován ve formě diplomové práce.

Absolventi se svazarmovskou kvalifikací vedoucího oddílu mládeže mohou pak na svých pracovištích, tj. základních a středních školách, zakládat oddíly mládeže, ve kterých získané znalosti a zkušenosti mohou využít. Každoročně připravuje hifiklub pedagogické fakulty průměrně pět kvalifikovaných absolventů.

Na základě zkušeností z přípravy vedoucích a z práce oddílů mládeže byla zpracována metodická příručka pro práci s dětmi v elektroakustice a videotechnice a vydána ÚV Svazarmu v září 1983.

Dosavadní zkušenosti z téměř desetileté práce ukazují, že zvolená příprava studentů v odbornosti elektroakustika a videotechnika vhodně dotváří profil absolventa a účinně pomáhá systému komunistické výchovy jak na vysoké škole, tak později v praxi na základních a středních školách.

Ing. Karel Rauner

# Dobrodružství krátkých vln

— před 60 léty v Nice



**Doc. Dr. Ing. Miroslav Joachim, OK1WI**

**V noci 27. listopadu 1923 začala v radiotechnice éra transoceánských spojení pomocí dekametrových vln (obecně nazývaných krátkými), spojením Francouze Léona Deloy (8AB) z Nice ve Francii a Freda Schnella (1MO) v Hartfordu, Conn., USA. Vlny pod 200 metrů, které byly radioamatérům jako nepotřebné přiděleny, prokázaly svou užitečnost.**

Připomeňme si situaci z konce roku 1922. Stanice, která byla za tehdejších pokusů o spojení přes Atlantický oceán nejlépe slyšitelná ve Spojených státech, byla 8AB v Nice, ve Francii (v té době se ještě nepoužívalo označení F a číslice 8 původně označovala Francii, podobně jako číslice 1 znamenala USA). V lednu 1923 bylo poprvé zkoušeno transatlantické spojení, ale tento pokus ztroskotal. A opět evropskou stanicí, jež se zúčastnila tohoto pokusu, byla 8AB.

Patřila Léonu Deloy, synovi bankéře kasina v Nice, který se rozhodl, že bude prvním, kdo naváže rádiové spojení přes Atlantik na dekametrových vlnách. V létě roku 1923 navštívil Léon Deloy (čti deloa) Spojené státy, aby studoval metody amerických radioamatérů. Zúčastnil se národního sjezdu ARRL, koupil si americké součástky a zařízení a radil se s Johnem L. Reinartzem (1QP – 1XAM) o nové stanici. Žil jen jedinou myšlenkou – být první.

Když se vrátil do Francie počátkem podzimu 1923, dokončil svou novou stanici a vyzkoušel ji ve spojení s britskou stanicí 2QD v Římu. V listopadu telegrafoval po drátě organizátoru transatlantických pokusů do Spojených států, Schnellovi, že bude vysílat na 100 metrech v době mezi 21.00 a 22.00 hodinou a to od 25. listopadu.

Celá síť ARRL byla v pohotovosti. Mnoho stanic začalo s poslechem. Od prvního okamžiku bylo slyšet 8AB a jeho identifikační kód „GSJTP“ v sídle ARRL v Hartfordu, Conn. Příští noci, 26. listopadu, Deloy znovu vysílal, a protože byl telegraficky informován, že jeho signály jsou slyšet, vyslal dvě zprávy, které byly přijaty nejen F. Schnellem a K. B. Warnerem u stanice 1MO, ale také J. L. Reinartzem, 1XAM. Jedna zpráva byla pozdravem francouzských radioamatérů severoamerickým: Druhá uváděla program pokusů o oboustranné spojení pro příští noc.

V noci 27. listopadu byli Schnell a Reinartz připraveni k vysílání. Schnell dostal zvláštní povolení kontrolora rádiové služby v Bostonu, aby mohl vysílat na vlně 100 m, a vše bylo připraveno. Přesně ve 21.30 hodin byl vrčivý tón o kmitočtu 25 Hz stanice 8AB v éteru. Volal Ameriku po celou hodinu a poslal dvě nové zprávy. Ve 22.30 hodin zakončil volání a žádal o potvrzení. Jako odpověď následují dlouhá volání 1MO a 1XAM a pak vysílá Deloy historické poselství Schnellovi, 1MO (1XAM čekal): „RR QRK UR SIGS QSA VY ONE FOOT FROM PHONES ON GREBE FB OM HEARTY CONGRATULATIONS THIS IS FINE DAY MIM PSE QSL NR 12“. (Přijato správně, velmi silně, jednu stopu od sluchátek na pohovce, výborně, příteli, srdečná blahopřání, to je nádherný den! Prosím o potvrzení příjmu č. 12.)

Americký kontinent byl spojen s Evropou poprvé na dekametrových vlnách a pro Deloye to byl jistě nádherný den.

Pak zavolal Reinartz, 1XAM, a 1MO zaslal pozdrav známému generálu Ferrié, náčelníkovi spojových služeb ve Francii. Bylo dohodnuto pokračování pokusů.

Asi takto je celá událost popisována v knize Clintona B. DeSota *Two hundred meters and down. The story of amateur radio*, vydané roku 1936 (Dvě stě metrů a níže. Historie amatérského rádia).

Při nedávné cestě na jih Francie v únoru 1983 jsem se pokusil najít stopy této události po 60 letech. Za pomoci Lucieny Aubryho (F8TM) z Paříže, kterého znám od roku 1946, a předsedy jihofrancouzské regionální organizace REF, Jeana Blondina (F5IK) z Nice jsem se mohl spojit s tím, kdo je snad posledním pamětníkem, Richardem Jámase (F8QQ), rovněž z Nice. Ve dvacátých letech byl inženýrem CSF v dnešním Hočiminově městě (tehdy Saigonu). Během svých každoročních dovolených ve vlasti se stýkal s Deloyem. Zúčastnil se s ním dokonce zakládajícího sjezdu I.A.R.U., konaného v roce 1925 na pařížské univerzitě Sorbonně. Podle Richarda (ex F8QQ) zemřel Deloy před několika léty v Monte Carlu. Je pochován na hřbitově zámku Mont Boron v Nice, ve společné hrobce rodiny Deloyovy.

Při této příležitosti si vzpomínám, že jsem v roce 1969, na každoročním zasedání Popovovy všesvazové společnosti pro radiotechniku a spoje v Moskvě, měl možnost hovořit s jiným pionýrem radiotechniky, Fedorem Lbovem (ex R1FL). Byl spolupracovníkem M. A. Bonče-Brujeviče v nižněnovgorodské ústřední radiolaboratoři. Již v roce 1923 dostal zvláštní povolení od nižněnovgorodského (dnes město Gorkij) gubernského výkonného výboru na pokusy s rádiovou stanicí „s výkonem ne větším než půl koňské síly a s vlnovou délkou ne delší než 200 metrů“. Vysílat však začal až v roce 1925. Spolu se svým spolupracovníkem V. M. Petrovem zkonstruoval vysílač o výkonu 15 W a večer 15. ledna 1925 vyslal signál

jako první sovětská radioamatérská stanice R1FL. Přijímač neměli, proto vysílali do éteru svou adresu a asi po hodině vysílání se rozešli. Na druhý den již došel telegram z Iráku – vysílání R1FL bylo přijato ve vzdálenosti tří tisíc kilometrů.

A pak následovaly už oboustranné radioamatérské úspěchy: spojení s Anglií, Francií, Cejlou (nyní Sri Lanka), Austrálií... V létě roku 1925 byl V. M. Petrov vyslán na služební cestu do Taškentu. Téměř celý měsíc se Petrov a Lbov pravidelně setkávali v éteru a vyměňovali si novinky.

Jak vzpomíná náš první amatér vysílač Pravoslav Motýčka (OK1AB), cesta československých radioamatérů byla trnitější. V roce 1923 se museli ještě skrývat i s přijímačím zařízením a anténou natahovat jen v noci. I když již od roku 1925 naši radioamatéři vysílali „načerno“, na první oficiální povolení k vysílání museli čekat až do roku 1930, kdy byla vydána tato povolení:

OK1AA – Ing. Mirka Schäferling,  
OK1AB – Pravoslav Motýčka,  
OK1AF – (později OK1AZ) Josef Štětina,  
OK1AH – (později OK1AW) Alois Weirauch,

OK2AC – MUC. Zdeněk Neumann (za druhé světové války zahynul v koncentračním táboře),

OK2AG – Ing. C. Ladislav Vydra.  
Hned poté dostal povolení také OK1VP, prof. Václav Vopička. Je zajímavé, že ve stejném čísle časopisu, kde se podává zpráva o prvních oficiálních československých amatérech-vysílačích, je ještě fotografie z tehdejšího polního dne, kde jsou účastníci „maskování“ skautskými šátky přes obličej (viz foto).

Po všech těchto průkopnických amatérských radiotechnických mnoho památek nezůstalo. Daleko trvalejší pomník všem těmto pionýrům k 60. výročí jejich činnosti může znamenat úspěch Světového roku komunikací, vyhlášeného Organizací spojených národů, který byl podnětem k rozvoji komunikací na celém světě, spojujících lidi všech ras i různých politických a filozofických přesvědčení pouty vzájemného porozumění a světového míru.

## Použitá literatura:

*Motýčka, P.*: Před desíti roky, Č.A.V., leden 1934, str. 1. První koncesování vysílači amatéři v Československu, K.V.A.C., červenec 1930, str. 203.  
*Clinton B. DeSoto*: Two hundred meters and down. The story of amateur radio, A.R.R.L., Hartford, 1936.  
*Kazanskij, I. V. – Poljakov, V. T.*: Azbuka korotkich voln. DOSAAF, Moskva 1978, str. 3 až 4.

*Časem již poznamenaný, avšak unikátní snímek. Zezadu je napsáno: „Radioamatéři v Telči, léto 1930. Zleva doprava: L. H. Vydra, P. Motýčka, vzadu mladý Pantoflíček a napravo L. Neumann (zahynul v koncentračním táboře)“*





## Seminář k radioamatérské historii



Mezi účastníky semináře „Spoje a radioamatéři mezi dvěma světovými válkami“ nebyli pouze veteráni. Toto jsou studenti prvního ročníku elektrotechnické fakulty ČVUT



Prof. RNDr. Jindřich Forejt měl kdysi volací značku OK1RV a protože byl v telegrafním provozu málo aktivní, získal přezdívku „Rezivěj vibroplex“. Při semináři přednášel o radioamatérské technice mezi světovými válkami

Při příležitosti 60. výročí Československého rozhlasu a 60. výročí vzniku organizovaného radioamatérského hnutí u nás a v rámci oslav Mezinárodního roku komunikací uspořádala pobočka České vědeckotechnické společnosti při federálním ministerstvu spojů v Praze v únoru

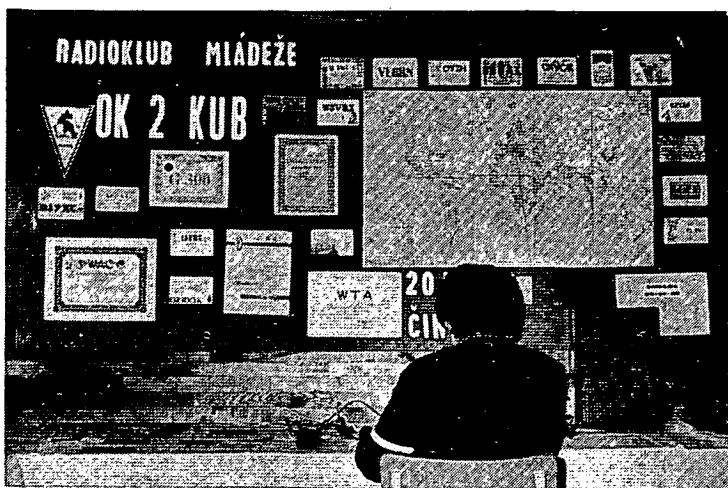
1983 seminář na téma „Spoje a radioamatéři mezi dvěma světovými válkami“. Několik desítek našich radioamatérů vyslechlo přednášky pamětníků začátků radioamatérského hnutí u nás dr. ing. Josefa Daneše, OK1YG, prof. RNDr. Jindřicha Forejta, ex OK1RV, doc. dr. ing. Miroslava

Joachima, OK1WI, Josefa Galušky a Josefa Sedláčka, OK1SE, s náměty, které zajímají radioamatéry dnes stejně jako před šedesáti lety – o organizaci radioamatérů, o získávání koncesí, o amatérské radiotechnice i o odposlechové službě.

AR



Juan Luis Gomila, EA6DD, z ostrova Mallorca je velmi aktivním radioamatérem vysílačem. Patří k pamětníkům začátků radioamatérského vysílání ve Španělsku. Pravý snímek je z roku 1934, kdy měl Juan Luis ještě značku EA3EG, levý snímek je již z Mallorky, z roku 1981.



Brněnská stanice OK2KUB, která patří kolektivu radioklubu mládeže při DPM v Brně, oslavila v roce 1983 dvacáté výročí svého založení. Její členové při vhodných příležitostech propagují amatérské vysílání mezi veřejností. Naše snímky jsou z městského kola soutěže technické tvořivosti pionýrů (duben 1983), kde díky členům radioklubu Svazarmu OK2KUB měli možnost mladí technici se názorným způsobem s radioamatérským provozem. U zařízení operátor OK2KUB Petr Klínoc.

M. Zachariáš

# Družicové spoje

Ing. František Straňák, CSc.

Jedním z nejmodernějších radiokomunikačních prostředků jsou družicové spoje. Vzhledem k tomu, že dostáváme do redakce značné množství dotazů na celou problematiku, související s používáním družic v oblasti radiokomunikací, požádali jsme autora tohoto článku o příspěvek, který by se zabýval především dvěma důležitými aplikacemi – pevnou družicovou službou a rozhlasovou družicovou službou (vysíláním televizních programů z družic). V článku se konkrétně probírají specifické vlastnosti družicových spojů, způsoby přenosu, jakost přenosu, subsystémy soustav i tendence vývoje atd. a na příkladech družic Ekran a Moskva se ukazuje konkrétní řešení televizních přenosů přes družice.

## Úvod

Družicové spoje jsou jedním z nejmodernějších radiokomunikačních prostředků. Jejich využití je mnohostranné. Za nejdůležitější lze považovat uplatnění družicových spojů ve formě pevné družicové služby (PDS) a rozhlasové družicové služby (RDS) – vysílání televizních, případně rozhlasových programů z družic. Další aplikace náležejí družicové spoje například v oblasti mobilní služby, meteorologických služeb a v dálkovém průzkumu Země. Článek je zaměřen na PDS a RDS jako na nejdůležitější příklady využití družic pro komunikační účely. PDS i RDS jsou definovány v radiokomunikačním řádu [1].

PDS je radiokomunikační služba mezi pozemskými stanicemi umístěnými v pevně stanovených bodech, použije-li se jedna nebo více družic. V některých případech zahrnuje PDS spoje družice-družice, které mohou být realizovány v rámci mezidružicové služby. PDS může také zahrnovat modulační spoje pro jiné kosmické radiokomunikační služby (například pro RDS).

V uvedených definicích je několik pojmů, které si zaslouží vysvětlení. Mezdružicová služba je radiokomunikační služba, obstarávající spojení mezi umělými družicemi Země. Pozemská stanice je stanice umístěná buď na povrchu Země nebo v hlavní části zemské atmosféry určená ke spojení s jednou nebo několika kosmickými stanicemi. Kosmická stanice je stanice umístěná na předmětu, který se nachází nad hlavní částí zemské atmosféry, je určen, aby byl nad ní vypuštěn nebo se nad ní nacházel.

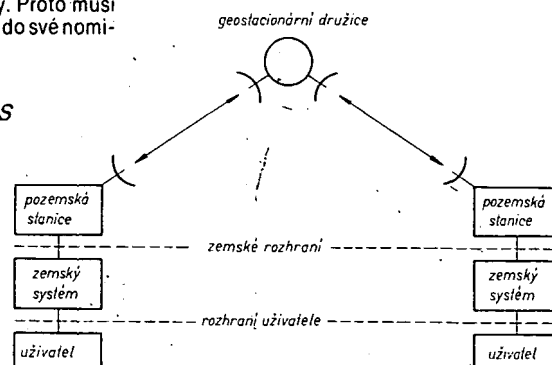
Z toho co bylo uvedeno vyplývá, že definice PDS v sobě zahrnuje družice na libovolné dráze. Podmínkou pouze je, že se jedná o spojení mezi pozemskými stanicemi v pevně stanovených bodech. Tento článek se omezuje jen na geostacionární dráhu, protože ta se téměř výhradně používá pro umístění družic PDS. Definice PDS dále zahrnuje, že spojení mezi pozemskými stanicemi umístěnými v pevně stanovených bodech se může realizovat pomocí jedné nebo několika družic. Dále se omezíme na spojení přes jednu aktivní družici. Aktivní družice je umělá družice Země, nesoucí stanici určenou k přenášení nebo vysílání radiokomunikačních signálů.

Pod pojmem PDS budeme tedy dále rozumět radiokomunikační službu mezi pozemskými stanicemi v pevně stanovených bodech pomocí aktivní družice na geostacionární dráze. Do PDS jsou také zahrnuty modulační spoje pro RDS, to jsou spoje mezi Zemí a rozhlasovou družicí.

RDS je radiokomunikační služba, v níž jsou signály vysílány nebo přenášeny kosmickými stanicemi určenými k přímému příjmu širokou veřejností. V RDS výraz „přímý příjem“ zahrnuje jak individuální tak i skupinový příjem. Opět budeme rozumět, že kosmická stanice vysílající signály je na družici, nacházející se na geostacionární dráze. Pod pojmem skupinový příjem se rozumí příjem tak zvaným skupinovým přijímačem, který zaručí signál o jakosti vhodné pro distribuci k televizním divákům velkými kabelovými rozvody. Pod pojmem individuální příjem se rozumí příjem tak zvaným individuálním přijímačem, který je vhodný pro televizní rozvody rozsahem ekvivalentní dnešním společným televizním anténám (několik desítek přípojek). Individuální příjem se předpokládá jen výjimečně tam, kde nebudou podmínky pro budování společných rozvodů (horské chaty, samoty). Pojem skupinový a individuální přijímač je použit v závěrečných aktech Světové správní radiokomunikační konference o rozhlasových družicích [8], tyto pojmy se běžně používají a dále v tomto článku jsou blíže specifikovány pomocí elektrických parametrů.

Geostacionární družice musí být ve výšce 35800 km nad povrchem Země, obíhá po kruhové dráze, která je v rovině zemského rovníku, pohybuje se ve stejném směru jako zemský povrch, to je ve směru západ-východ a doba oběhu je 24 hodin. Parametry geostacionární dráhy vyplývají z pohybových zákonů. Družice na geostacionární dráze se jeví z hlediska pozorovatele na povrchu Země jako stacionární nad jedním bodem na rovníku. Poloha geostacionární družice se udává polohou tohoto bodu na rovníku. Ve skutečnosti geostacionární družice určitý omezený pohyb okolo své nominální polohy vykonává i z hlediska pozorovatele na Zemi. To je dáno gravitací, tlakem slunečního záření a nepřesností umístění družice do nominální polohy. Proto musí být geostacionární družice občas do své nominální polohy nuceně vrácena.

Obr. 1. Princip přenosu v PDS



V článku je nejdříve pojednáno o PDS a pak teprve o RDS. Důvod spočívá v logice výkladu. Je proto nezbytné, aby zájemci o RDS si také přečetli partii o PDS.

## Pevná družicová služba

Na obr. 1 je znázorněn princip přenosu v PDS. Spojení je duplexní, například telefonní. Uskutečňuje se přes družici na geostacionární dráze mezi pozemskými stanicemi v pevně stanovených bodech. Uživatel PDS je spojen s pozemskou stanicí zemským systémem. Na obr. 1 jsou naznačena rozhraní uživatele a zemské rozhraní. V zemském systému si můžeme představit zemské telekomunikační spoje. V některých aplikacích však zemský systém může zcela zmizet a uživatel je přímo v místě pozemské stanice.

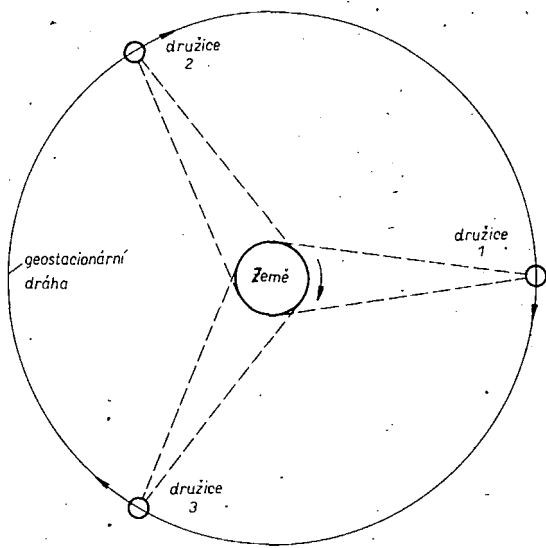
Spojení na vzestupné dráze (dráha Země-družice) se uskutečňuje v jiném pásmu než spojení na dráze sestupné (dráha družice-Země). Širokého využití doznala kmitočtová pásma 4 GHz a 6 GHz. První pro spojení na dráze sestupné, druhé pro spojení na dráze vzestupné. Kmitočtová pásma 4 GHz a 6 GHz jsou velmi intenzivně využívána také pevnou zemskou službou realizovanou radioreléovými spoji. Proto jsou v PDS tendence k využívání i vyšších kmitočtových pásem. Další nejznámější kmitočtová pásma, která jsou pro PDS přidělena radiokomunikačním řádem [1] jsou ve stručném označení 11 až 12 GHz/14 GHz a 20 GHz/30 GHz. Pro použití kmitočtových pásem 11 až 12 GHz/14 GHz a 20 GHz/30 GHz dozrává již také vývoj v oblasti mikrovlnné technologie. Kromě kmitočtového přeložení signálu přicházejícího na družici se signál na družici také zesiluje, případně se dále zpracovává, například v digitálních systémech regenerace.

## Specifické vlastnosti družicových spojů

Na obr. 2 je znázorněno, jak tři družice umístěné na geostacionární dráze po 120° pokryjí celou Zemi s výjimkou oblastí blízko zemských pólů. Oblasti obsluhované jednotlivými družicemi se částečně překrývají. Pozemské stanice umístěné v místech, kde se oblasti překrývají, mohou komunikovat přes jednu nebo druhou družici. Lze tak realizovat retranslaci přes dvě družice z jedné do druhé obsluhované oblasti. To, že nejsou pokryty oblasti blízko zemských pólů příliš nevedí, protože v nich je nepatrná potřeba komunikace. Takové oblasti lze pokrýt v případě potřeby pomocí družic, obíhajících po eliptických dráhách s velkou excentricitou. Rovina eliptické dráhy musí být skloněna vůči rovině rovníku.

Vzdálenost pozemských stanic od družice závisí na elevačním úhlu pod kterým je družice z pozemské stanice „vidět“. Minimální elevační úhel závisí na použitém kmitočtovém pásmu, protože podmínky šíření v troposféře jsou v různých kmitočtových pásmech různé a délka dráhy troposférou závisí na elevačním úhlu. Například v kmitočtovém pásmu 4 GHz

a 6 GHz se připouští minimální elevační úhel asi 5°. Při tomto elevačním úhlu mohou být pozemské stanice v oblasti obsluhované jednou družicí vzdáleny až 11 000 km. V kmitočtových pásmech vyšších 11 až 12 GHz/14 GHz a 20 GHz/30 GHz jsou minimální přípustné elevační úhly větší.



Obr. 2. Tři družice na geostacionární dráze umístěné po 120°

V oblasti obsluhované jednou družicí je kvalita spojení prakticky nezávislá na vzdálenosti mezi pozemskými stanicemi. Vždy se jedná jen o jednu retranslaci. To je v kontrastu se situací v zemských spojích, kde kvalita přenosu závisí na délce spoje (počet retranslací s délkou spoje roste).

Protože se geostacionární družice vůči pozorovateli na Zemi nepohybuje nebo jen nepatrně, není třeba používat na pozemských stanicích nákladná sledovací zařízení: anténních systémů. Nenastávají přerušování v přenosu až na malé výjimky, kdy se provozní podmínky družice zhoršují. Jedná se o zatmění družice a šum Slunce.

Zatmění družice nastává, když Slunce, Země a družice jsou v takové vzájemné poloze, že Země vrhá stín na družici. Sluneční články na družici, které jsou zdrojem primárního výkonu pro elektronické přenosové zařízení umístěné na družici, přestanou pracovat. Na družici jsou však baterie, které mohou udržet aspoň část tohoto zařízení v provozu. Zatmění družice nastane 44krát na jaře (22 dnů před a 22 dnů po jarní rovnodennosti) a 44krát na podzim (22 dnů před a 22 dnů po podzimní rovnodennosti). Po 277 dnů v roce zatmění družice nenastává. Maximální doba trvání zatmění je asi 70 minut při rovnodennosti. Když se vzdalujeme od rovnodennosti, doba zatmění se zkracuje a klesá na nulu. V době zatmění je na Zemi pod družicí přibližně půlnoc, to je doba malého provozu, například telefonního. Pokud jde o družicovou televizi, může v této době vysílání ještě trvat. Když se ale umístí družice poněkud na západ od oblasti na Zemi, kterou obsluhuje (například družice RDS pro pokrytí určité země signálem, družice PDS pro národní telekomunikační síť), posune se zatmění družice až na dobu po půlnoci. Pak již zatmění družice nevádí ani pro RDS.

Šum Slunce se uplatní, když Slunce, družice a Země jsou v jedné přímce. Slunce je šumový zdroj velkého výkonu. Tento šum, který je přitom přijímán zároveň se signálem z družice, přenos přes družici „vymaže“. Nastane výpadek v přenosu. Tento výpadek trvá asi 10 minut v pěti za sebou jdoucích dnech 2krát za rok. Doba, kdy popsany jev nastane, závisí na geografických souřadnicích družice a pozemské stanice. Řešením problému je použití dvou družic, které jsou na geostacionární dráze blízko sebe. Před tím než nastane

popsaný jev, přepne se z družice 1 na družici 2. Mnoho družic v soustavách PDS je na geostacionární dráze takto zdvojeno. Jde nejen o eliminaci popsáného jevu, ale také o zálohování v případě poruchy družice.

Družice na geostacionární dráze je „vidět“ z velké části zemského povrchu. Při minimál-

ním elevačním úhlu 5° je „vidět“ geostacionární družice ze 38% zemského povrchu. Z toho vyplývá možnost uskutečnit spojení mezi mnoha stanicemi v jedné oblasti pomocí téže družice. Mluvíme o možnosti mnohonásobného dostupu na družici nebo o možnosti mnohonásobného dostupu k přenosovému zařízení – transpondéru na družici.

Geostacionární družice se vůči pozorovateli na povrchu Země téměř nepohybuje. Proto téměř neexistuje Dopplerův jev. To je zvláště důležité v systémech s mnohonásobným dostupem na principu časového dělení, který vyžaduje synchronizaci celé soustavy.

V důsledku velkých vzdáleností mezi pozemskými stanicemi a družicí dochází ke značnému útlumu signálu. Situace je kritičtější na sestupné dráze, protože na družici jsou omezené možnosti co do generace vysokofrekvenčního výkonu. Proto vystupuje do popředí citlivost přijímacích zařízení pozemských stanic a velikost vř výkonu generovaného na družici.

V důsledku velkých vzdáleností mezi pozemskými stanicemi a geostacionární družicí (maximální vzdálenost mezi pozemskou stanicí a družicí může být přibližně 41 000 km), a v důsledku konečné rychlosti šíření radiových vln se setkáváme v družicových spojích se zpožděním. V oblasti, ze které je „vidět“ geostacionární družice, je střední jednocestné zpoždění, odpovídající proběhnutí dráhy mezi pozemskou stanicí, družicí a pozemskou stanicí, asi 270 ms. Zpoždění závisí na elevačních úhlech a v oblasti, ze které je geostacionární družice „vidět“, se pohybuje od 240 ms do asi 280 ms. Při přenosu televizního signálu nehraje zpoždění žádnou roli, protože je simplexní. Při telefonním přenosu, který je duplexní, je zpoždění tam a zpět okolo 540 ms. To znamená, že první telefonní účastník musí čekat minimálně 540 ms na odpověď od druhého telefonního účastníka po té, co ukončil svůj příspěvek k hovoru. Ukázalo se, že na zpoždění, jehož význam byl před zavedením družicových spojů zveličován, si účastníci rychle přivyknou a zpoždění se v telefonním provozu neprojevuje nepříznivě. Problém zpoždění není neřešitelný ani při přenosu dat, kdy se vyžaduje potvrzení o správném přijetí. Použitý postup při potvrzování přijatých dat, případně opakované vysílání dat, musí být adaptováno na podmínky přenosu přes družici. V telefon-

ním provozu je třeba v důsledku zpoždění aplikovat tak zvané umlčovače echa. Jde o to, že v důsledku zpoždění by se echo, kdyby nebylo potlačeno, velmi nepříznivě projevilo. Zajišťuje se proto, aby byl telefonní kanál pro směr z 2 do 1 neprůchodný pro signál z 1 do 2 a naopak. K přeslechu do opačného směru by mohlo dojít v důsledku nedokonalosti diferenciálních transformátorů-vidlic v místech, kde dvoudrátové vedení přechází na vedení čtyřdrátové. Přenos v družicových spojích je čtyřdrátový.

Minimální přípustný elevační úhel je dán podmínkami šíření radiových vln a šumem atmosféry. Útlum signálu na vzesupné a sestupné dráze se skládá ze dvou složek: z útlumu šířením ve volném prostoru a útlumu způsobeného atmosférickou absorpcí. Útlum způsobený atmosférickou absorpcí má několik příčin. Například v kmitočtovém pásmu okolo 60 GHz je absorpční špička způsobená molekulárním kyslíkem. Jedná se o útlumy velmi podstatné. Další příčinou atmosférické absorpce je nekondenzovaná vodní pára. Špička je okolo 21 GHz. Charakter absorpce molekulárním kyslíkem a vodní párou je selektivní: Proto kmitočtová pásma, kde k ní dochází, nebudou pro sestupnou ani vzesupnou dráhu v družicových spojích využívána. Další příčinou atmosférické absorpce jsou hydrometeory. Mezi ně patří především dešť. Útlum způsobený deštěm se uplatňuje zvláště v kmitočtových pásmech nad 10 GHz. Závisí na intenzitě deště. Například při silném dešti 16 mm/hod při elevaci 5° na kmitočtu 10 GHz je útlum absorpcí asi 15 dB, při elevaci 15° asi 8 dB. S rostoucím kmitočtem se vliv deště projevuje nepříznivěji. Další hydrometeory, které se uplatňují, jsou mlha a mraky, sníh a kroupy. Efekt atmosférické absorpce vzrůstá s klesajícím elevačním úhlem, ať je způsoben kteroukoliv z uvedených příčin.

Spojení v družicových spojích je ovlivněno také šumem. Kromě šumu vlastního přijímacího systému se uplatňuje několik šumových zdrojů. Například Slunce se jeví jako zdroj šumu o šumové teplotě 100 000 K. Šumová teplota Země viděná z družice je asi 254 K. Galaktický šum, to je šum od radiohvězd v galaxiích, je nad 1 GHz zanedbatelný. Kosmický šum je nad 1 GHz malý. Šum oblohy je asi 30 K a závisí na elevačním úhlu. Velmi důležitou roli hraje atmosférický šum. Má stejné příčiny jako atmosférická absorpce. Uplatňuje se také ve stejných kmitočtových pásmech, to je hlavně nad 10 GHz. Například v pásmu 10 GHz mají hustá mlha a mraky při elevaci 5° šumovou teplotu 300 K, silný dešť má při elevaci 5° šumovou teplotu 500 K.

Jsou-li vzaty do úvahy všechny druhy ztrát a všechny druhy šumových složek, ukazuje se, že optimální podmínky pro přenos v družicových spojích jsou v kmitočtovém pásmu 4 GHz. Na obě strany, to je k nižším i k vyšším kmitočtům, se podmínky přenosu v družicových spojích zhoršují. To byl také důvod, proč se v družicových spojích nejdříve uplatnila kmitočtová pásma 4 GHz a 6 GHz. V družicových spojích se začínají uplatňovat také vyšší kmitočtová pásma, především pásma 11 až 12 GHz/14 GHz a 20 GHz/30 GHz. V těchto pásmech dochází k částečné kompenzaci nepříznivých podmínek z hlediska šíření a šumu, protože zisky mikrovlnných antén daných rozměrů jsou větší než v pásmu 4 GHz a 6 GHz. Dále se počítá s většími elevačními úhly. Vyšší kmitočtová pásma mají některé další výhody. Především se jedná o možnost efektivnějšího využití geostacionární dráhy (police družic na geostacionární dráze mohou být blíž k sobě než v pásmu 4 GHz/6 GHz). Kromě toho jsou menší problémy s vysokofrekvenční interferencí mezi družicovými spoji a zemskými radioreléovými spoji ve sdílených kmitočtových pásmech, protože anténní systémy daných rozměrů mají ve vyšších kmitočtových pásmech užší svazky (příznivější vyzařovací diagramy).

## Vývoj pohledu na možnosti družicových spojů

Začátky družicových spojů se datují do poloviny šedesátých let. V té době převládá názor, že družicové spoje představují jakési „kabely na obloze“, které jsou vhodné pro spojení mezi kontinenty. Díky specifickým vlastnostem družicových spojů, jednoduchému principu přenosu přes družici a nahromaděným zkušenostem se názory za krátkou historii vývoje družicových spojů radikálně změnil, hlavně pokud jde o možnosti jejich využití. I když vývoj od poloviny šedesátých let značně pokročil, lze konstatovat, že jsme ještě na začátku vývoje velmi slibné a perspektivní komunikační techniky.

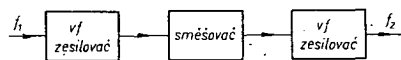
Dnes se na družicové spoje již nedíváme jen jako na jakýsi „kabel na obloze“ pro spojení mezi kontinenty. Družicové spoje se uplatňují nejen v sítích globálních, ale i v telefonních a televizních sítích kontinentálních i oblastních a vyskytují se již i případy realizace telefonních a televizních spojů v rámci národních telekomunikačních sítí. Jedná se o komunikační prostředek s mnohonásobným dopadem, který je schopen přenášet všechny typy signálů a schopný dosáhnout i izolovaných míst na Zemi. Ukazuje se také, že družice je vhodným prostředkem pro vysílání televizních a rozhlasových programů (této problematice je věnována samostatná část článku).

Během vývoje PDS dochází k výraznému poklesu investičních a provozních nákladů na družici a pozemské stanice. To se vztahuje samozřejmě na náklady související například s realizací a provozem jednoho telefonního kanálu.

### Způsoby přenosu v pevné družicové službě

V předchozím výkladu byla již zmínka o možnosti mnohonásobného dostupu k družici. Možnost mnohonásobného dostupu je důsledek toho, že družice může přijímat signály od mnoha pozemských stanic v obsluhované oblasti a mnoho pozemských stanic v obsluhované oblasti může signály vysílat družici (transpondér) umožňuje přenos signálů v několika nezávislých vysokofrekvenčních cestách (stvolech). Proto se často hovoří o mnohonásobném dostupu ke stvolu transpondéru.

Základní operace na signálu v transpondéru družice si lze znázornit podle obr. 3. Z přijímací antény družice přichází signál na kmitočtu  $f_1$ . Vždy se zesílí v pásmu  $f_1$ , kmitočtově kon-



Obr. 3. Základní funkce transpondéru

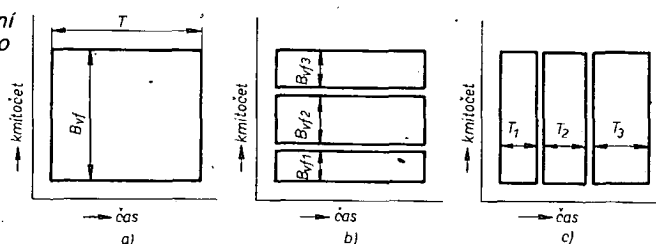
vertuje do pásma  $f_2$  a zesílí v konvertovaném pásmu  $f_2$ . Signál v pásmu  $f_2$  se přivádí k vysílací anténě, kterou se vysílá směrem k Zemi do obsluhované oblasti.

Šířka pásma stvolu je typicky 30 až 40 MHz. Přenosové možnosti stvolu obvykle přesahují přenosové potřeby jedné pozemské stanice. Důležitým problémem při projektování a realizaci družicových spojů je využití přenosových vlastností stvolů a tedy i transpondéru co nejefektivněji. A právě metody mnohonásobného dostupu jsou jednou z cest k efektivnímu řešení tohoto úkolu. Nejrozšířenější a největší uplatnění v PDS doznávají mnohonásobný

dostup na principu kmitočtového dělení (označovaný FDMA) a mnohonásobný dostup na principu časového dělení (označovaný TDMA). Existují ještě jiné metody mnohonásobného dostupu, například mnohonásobný dostup na principu prostorového dělení. Existují také kombinované způsoby mnohonásobného dostupu. Vzhledem k dominantnímu významu principů mnohonásobného dostupu FDMA a TDMA a vzhledem k tomu, že se jedná o základní principy mnohonásobného dostupu, je pouze jim věnována dále pozornost.

Obvykle se začíná vysvětlením základního principu FDMA a TDMA pomocí znázornění na obr. 4. Představme si, že přenosové možnosti stvolu jsou dány obdélníkovou plochou na obr. 4a. Šířka pásma stvolu je  $B_{st}$  a stvolem lze přenášet informaci po čas  $T$ . Představme si, že pásmo  $B_{st}$  rozdělíme například na tři subpás-

Obr. 4. K vysvětlení mnohonásobného dostupu



ma  $B_{st1}$ ,  $B_{st2}$  a  $B_{st3}$ , mezi nimiž jsou ochranná pásma, jak je znázorněno na obr. 4b. Každý subpásmem se přenáší jedna modulovaná nosná vlna. Šířka subpásma nemusí být stejná. Nosná vlna může být modulována kmitočtově (FM) větším počtem telefonních hovorů. Telefonní hovory jsou sdruženy do základního pásma na principu kmitočtového dělení (FDM). Subpásmem se tak přenáší jeden FDM/FM signál. Celou soustavu mnohonásobného dostupu lze pak charakterizovat označením FDMA/FDM/FM. Vzhledem k tomu, že mezi subpásmi jsou ochranná pásma platí  $B_{st1} + B_{st2} + B_{st3} < B_{st}$ . V soustavách FDMA je důležité, že se v jednom subpásmu realizuje přenos mezi jedním vysílačem a jedním přijímačem, případně více přijímači. Je vidět, že princip mnohonásobného dostupu FDMA umožňuje velkou flexibilitu.

Pro lepší pochopení principu FDMA/FDM/FM ještě následující příklad: na provozu se podílejí tři pozemské stanice podle tabulky 1. V uvedeném příkladu je na každé pozemské

Tab. 1. Příklad mnohonásobného dostupu FDMA

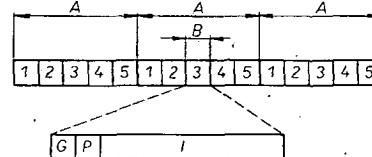
Stanice	A	B	C	Celkem
A	—	12	48	60
B	12	—	24	36
C	48	24	—	72

stanici jeden vysílací řetězec a dva přijímací řetězce. Například stanice B přijímá FDM/FM signál od stanice A, kterým se přenáší 60 telefonních hovorů. Z nich si však stanice B vybere jen 12 telefonních hovorů, protože mezi A a B je provoz jen na 12 kanálech. Výběr dvanácti telefonních kanálů se realizuje FDM

souborem. Stanice B přijímá dále signál FDM/FM od stanice C v němž jsou 72 telefonní kanály. Z nich jsou však vybrány pomocí souborů FDM jen 24 telefonní kanály. Tímto způsobem lze vysledovat provoz mezi jinými páry pozemských stanic. Pásmo stvolu  $B_{st}$  lze samozřejmě rozdělit na více než tři subpásma.

Na obr. 4c je znázorněn princip TDMA. Jednotlivé stanice, v daném případě 3, dostanou k dispozici celé přenosové pásmo stvolu, ale jen na určitý časový interval, který se opět přidělí stanic, když se ostatní stanice postupně vystřídaly. K dalšímu objasnění principu TDMA slouží obr. 5. Časový interval  $A$  představuje opakující se časový rámec. Během rámce  $A$  se vystřídají všechny stanice v síti. V časovém intervalu  $B$  pozemská stanice vysílá informaci ve formě dávky impulsů. Mezi intervaly

přidělenými jednotlivým stanicím jsou ochranné časové úseky. Časový interval  $B$  je na obr. 5 podrobněji znázorněn. Na jeho začátku je ochranný časový úsek  $G$ , oddávající následující časové intervaly jednotlivých pozemských stanic. Následuje interval preamble, kde jsou obsaženy informace pro organizaci systému.



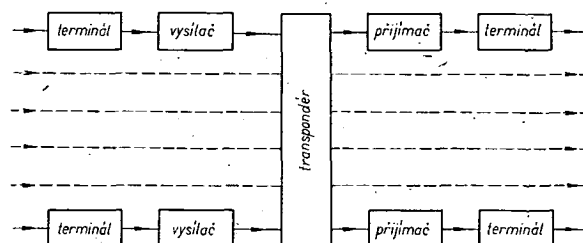
Obr. 5. Struktura rámce v soustavě TDMA

Konečně v intervalu  $I$  se přenáší vlastní informace. Pro TDMA je podstatné, že všechny vysílače participující pozemských stanic, pracují na stejném kmitočtu. Jednotlivé stanice v síti si vyberou jim určené signály pomocí adres, které vysílá pozemská stanice v preamble.

Blokové schéma soustavy mnohonásobného dostupu je na obr. 6. Složitost terminálu závisí na systému mnohonásobného dostupu. Může se jednat například jen o kabelové připojení signálu FDM v soustavě FDMA. V soustavě TDMA bude terminál složitější zařízením. Bude řešit návaznost na zemskou síť, přidání a výběr adresy a systémové informace, bude obsahovat paměť pro variaci časování, může obsahovat konverzi bitové rychlosti. Povšimněme si, že v soustavách TDMA se bude jednat o digitální způsoby přenosu.

Stvol může být využit pro přenos jednoho nebo dvou televizních signálů. Takový přenos

Obr. 6. Blokové schéma soustavy s mnohonásobným dostupem





označujeme TV/FM. VPDS se jedná o distribuci televizních signálů a o přenos televizních signálů na velké vzdálenosti, nikoliv o vysílání televizních programů.

Klíčovou otázkou v soustavách PDS je využití stvolu. Čím více je v soustavě FDMA/FDM/FM nosných, tím menší je využití stvolu. Důvody menšího využití lze shrnout následovně. Nezbytnost ochranných pásem mezi modulovanými nosnými (čím více je nosných, tím více je ochranných pásem). Koncové výkonové vysokofrekvenční zesilovače přenosového zařízení stvolu na družici, které jsou většinou realizovány pomocí elektroněk s postupnou vlnou – permaktronů, mají nelineární amplitudovou charakteristiku (závislost mezi výstupní a vstupní úrovní). Proto se přenos realizuje pod plným výkonem, aby nedocházelo k intermodulacím mezi modulovanými nosnými. Zesilovač není saturován. Pro stvol o šířce pásma 36 MHz se obvykle uvádí příklad v tabulce 2, který dokumentuje závislost využití stvolu vyjádřené počtem přenášených telefonních hovorů na počtu nosných.

Tab. 2. Využití stvolu v soustavě FDMA/FDM/FM

Počet nosných na stvol	Šířka pásma modulované nosné [MHz]	Počet kanálů na nosnou	Počet kanálů na stvol
1	36	900	900
7	5	60	420
14	2,5	24	336

Kromě uvedených soustav s mnohonásobným dostupem, které lze souhrnně označit zkratkou FDMA/FDM/FM, jsou velmi rozšířené soustavy FDMA, v nichž se na jedné nosné vlně přenáší jeden telefonní hovor (označení SCPC). Soustava jako celek se označuje FDMA/SCPC. Jedna nosná je modulována jen jedním telefonním hovorem, při tom použitá modulace nosné vlny může být FM, ale také digitální vysokofrekvenční modulace PSK (klíčování fáze nosné vlny). V případě, že se jedná o PSK, je telefonní hovor (modulační signál) převeden na digitální tvar. Prakticky se jedná o použití pulsní kódové modulace PCM nebo delta modulace DM. Označení systému SCPC je pak SCPC/PSK/PCM, SCPC/PSK/DM nebo SCPC/FM. Dosažitelná rozteč mezi nosnými je 25 až 45 kHz při FM a 30 až 60 kHz při PSK, digitální modulační signál má přenosovou rychlost 48 až 64 kbit/s. V soustavách FDMA/SCPC se tedy používají i digitální vysokofrekvenční modulace.

V PDS se setkáváme s dalšími pojmy a to: pevné přidělení telefonních kanálů – systém PA a přidělení telefonních kanálů na požádání – systém DA. Systémy PA jsou vhodné pro vzájemně komunikující pozemské stanice mezi nimiž je velký provoz. Systém PA se v současné době nejčastěji realizuje jako FDMA/FDM/FM. Systém DA je vhodný spíše pro použití v síti, v níž je velký počet vzájemně komunikujících pozemských stanic s malým provozem. Systém DA se v současné době nejčastěji realizuje jako FDMA/SCPC. Typický počet nosných v moderních soustavách FDMA/SCPC je 800, takže stvolem o šířce pásma 36 MHz lze přenášet 800 telefonních kanálů. U soustav FDMA/FDM/FM bylo uvedeno, že při stoupajícím počtu nosných klesá využití stvolu. Při 14 nosných bylo možno přenášet jen 336 telefonních kanálů. V soustavě FDMA/SCPC lze přenášet při 800 nosných 800 telefonních kanálů. Důvod spočívá v tom, že soustavy FDMA/SCPC mohou být a pravidelně jsou DA zatím co soustavy FDMA/FDM/FM jsou PA (nemohou být DA). Důvody proč u systému FDMA/SCPC nedochází k poklesu přenosové kapacity stvolu jsou následující.

V soustavě SCPC lze nosnou vypnout, když se po ní nepřenáší telefonní hovor. I když se přenáší telefonní hovor, může být nosná vypínána v mezerách mezi slovy a když hovoří korespondující účastník. Je jasné, že taková soustava musí mít nějaké řízení, které je centralizované nebo decentralizované. Soustava SCPC s volnými kanály pracuje jako koncentrátor. Pro telefonního účastníka je dostupná kterákoliv nosná. Uvádí se příklad, že soustava SCPC a volně přidělenými kanály a 800 nosnými může obsloužit 3200 telefonních účastníků za předpokladu odmítnutí 1 % hovorů. Taková soustava, pracující jako koncentrátor, potřebuje jen jeden stvol o šířce 36 MHz. Je však stejně účinná jako několik stvolů v soustavě FDMA/FDM/FM.

V soustavě TDMA se v důsledku rámcové struktury používají výhradně digitální modulační metody nosné vlny, nejčastěji 4PSK (4 stavy fáze) a 2PSK (dva stavy fáze) a samozřejmě digitální zpracování přenášené informace. V soustavách TDMA je klíčovým problémem udržení synchronizace celého systému. Soustavy TDMA mohou být DA nebo PA. Jedná-li se o soustavu DA, pak je proměnlivá délka časového intervalu B na obr. 5 přiděleného pozemské stanici.

V současné době největšího rozšíření doznaly soustavy FDMA/FDM/FM, FDMA/SCPC a TV/FM. Systémy TDMA jsou však nejpřespektivnější. V budoucnosti budou takové systémy pravděpodobně převládat. To je dáno mimo jiné tím, že ve vývoji telekomunikačních sítí se čím dál výrazněji uplatňují tendence všeobecné digitalizace.

## Kvalita přenosu

V souvislosti s kvalitou přenosu v analogových systémech se zajímáme o poměr signál/šum ( $S/N$ ) na výstupu přenosového kanálu (na výstupu telefonního kanálu, na výstupu televizního kanálu). Poměr ( $S/N$ ) je funkcí poměru signál/šum ( $C/N$ ) na vstupu přijímače (demodulátoru). V poměru ( $S/N$ ) je  $S$  výkon přenášeného modulačního signálu na výstupu demodulátoru a  $C$  v poměru ( $C/N$ ) je výkon vysokofrekvenčního signálu na vstupu přijímače. Šum  $N$  v poměru ( $S/N$ ) je šum v pásmu přenášeného modulačního signálu na výstupu demodulátoru a  $N$  v poměru ( $C/N$ ) je šum na vstupu přijímače ve vysokofrekvenčním pásmu přenosu. Závislost ( $S/N$ ) na ( $C/N$ ) se dá vyjádřit takto

$$(S/N) = M (C/N), \quad (1)$$

kde  $M$  zachycuje vliv použité modulační metody. V analogových družicových spojích se obvykle setkáváme se širokopásmovou kmitočtovou modulací. Uvedený vztah platí nad

prahem kmitočtové modulace. Činitel  $M$  v tomto případě vyjadřuje širokopásmový zisk kmitočtové modulace,  $M \gg 1$  a  $(S/N) \gg (C/N)$ . Při analogovém přenosu nedochází v transpondéru kromě zesílení signálu a kmitočtové konverze k jinému zpracování přenášeného vysokofrekvenčního signálu. Poměr ( $C/N$ ) v (1) je uvažován na vstupu přijímače pozemské stanice, viz také obr. 7. Jedná se o výsledný poměr ( $C/N$ ) družicového spoje. Vzhledem k tomu, že šumové příspěvky vzestupné dráhy a sestupné dráhy k celkovému šumu  $N$  v poměru ( $S/N$ ) se počítají, lze odvodit, že

$$(C/N) = \frac{(C/N)_1 (C/N)_2}{(C/N)_1 + (C/N)_2}, \quad (2)$$

kde ( $C/N$ )<sub>1</sub> je poměr signál/šum na vstupu přijímače družice a ( $C/N$ )<sub>2</sub> je poměr signál/šum na sestupné dráze. Často se uvádí, že ( $C/N$ )<sub>1</sub> a ( $C/N$ )<sub>2</sub> popisují energetické poměry z hlediska přenosu na vzestupné a sestupné dráze.

Odvození poměrů ( $C/N$ )<sub>1,2</sub> je jednoduché a představuje základní úlohu radiokomunikačního přenosu. Uvažujeme situaci na vzestupné dráze. Zajímá nás nejdříve výkon  $C_1$  vysokofrekvenčního signálu na vstupu přijímače družice (na vstupu transpondéru). Výkon  $P_{v1}$  na výstupu vysílající pozemské stanice je zeslaben vlivem ztrát vedení k anténě. Ztráty tohoto vedení respektuje činitel  $a_{v1} < 1$ . Na vstupu vysílací antény pozemské stanice je výkon  $P_{v1} a_{v1}$ . Kdyby byl tento výkon vyzářen všesměrově izotropickým zářičem, byla by hustota výkonového toku v místě družice, která je od pozemské stanice ve vzdálenosti  $d_1$ ,

$$\frac{P_{v1} a_{v1}}{4\pi d_1^2}$$

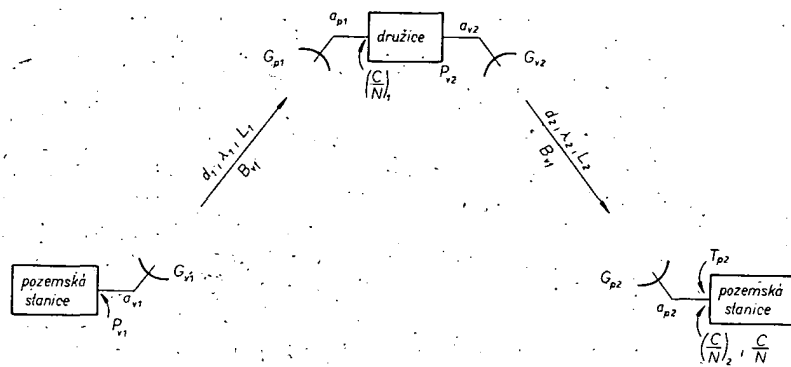
Výkon je však vyzářen vysílací anténou pozemské stanice, která má ve směru k družici zisk vůči izotropickému zářiči  $G_{v1}$ . Proto hustota výkonového toku v místě družice je

$$\frac{P_{v1} a_{v1} G_{v1}}{4\pi d_1^2} \quad (3)$$

Čítec posledního výrazu je tak zvaný efektivně izotropický vyzářený výkon a označuje se (EIRP) Tedy

$$(EIRP) = P_{v1} a_{v1} G_{v1} \quad (4)$$

Užitečná plocha přijímací antény družice je  $A_{p1}$ . Proto na výstupu přijímací antény družice je výkon



Obr. 7. K energetické bilanci na vzestupné a sestupné dráze

$$\frac{(EIRP)_1}{4\pi d_1^2} A_{p1}$$

Mezi užitečnou plochou  $A$  a ziskem mikrovlnné antény  $G$  vůči izotropickému zářiči platí vztah

$$G = \frac{4\pi}{\lambda^2} A \quad (5)$$

kde  $\lambda$  je délka vlny. Užitečná plocha ústí antény  $A = \eta A_g$ , kde  $\eta$  je činitel využití plochy ústí a  $A_g$  je geometrická plocha ústí. Dosadíme-li za  $A_{p1}$  vyjde pro výkon na výstupu přijímací antény družice

$$(EIRP)_1 \left( \frac{\lambda_1}{4\pi d_1} \right)^2 G_{p1}$$

Výraz

$$L_0 = \left( \frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2 \quad (6)$$

vyjadřuje ztráty při šíření elektromagnetické vlny ve volném prostoru mezi dvěma izotropickými zářiči. Platí

$$f\lambda = c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

kde  $f$  je kmitočet a  $c$  je rychlost světla. Můžeme psát

$$L_0 \text{ dB} = -20 \log f - 20 \log d + 147,56 \text{ dB} \quad (7)$$

Výkon na výstupu přijímací antény je zeslaben ztrátami ve vedení mezi výstupem přijímací antény a vstupem přijímače. Tyto ztráty respektuje činitel  $a_{p1} < 1$ . Na vstupu přijímače družice je pak výkon

$$(EIRP)_1 L_0 G_{p1} a_{p1}$$

Zatím nebyly uvažovány v prostředí mezi vysílací anténou pozemské stanice a přijímací anténou družice dodatečné ztráty v zemské atmosféře. Byl uvažován přenos jako ve volném prostoru. Dodatečné ztráty v atmosféře respektuje činitel  $L_1 < 1$ . Konečně dostaneme pro výkon na vstupu přijímače družice

$$C_1 = (EIRP)_1 (L_0 L_1) G_{p1} a_{p1} \quad (8)$$

Pro šum  $N_1$  na vstupu přijímače družice při přenosové vysokofrekvenční šířce pásma  $B_{v1}$  platí známý vztah

$$N_1 = k T_1 B_{v1} \quad (9)$$

kde  $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Ws/K}$  je Boltzmannova konstanta,  $T_1$  je efektivní šumová teplota přijímacího systému vztážená na vstup přijímače družice,  $T_0$  je teplota vedení a  $T_p$  je efektivní šumová teplota vlastního přijímače.

Poměr  $(C/N)_1$  nás zajímá na vstupu vlastního přijímače. Zisk přijímací antény redukovaný o ztráty vedení ke vstupu vlastního přijímače je  $G = G_{p1} a_{p1}$ . Pro poměr  $(C/N)_1$  vztážený na vstup přijímače družice můžeme nakonec psát

$$(C/N)_1 = (EIRP)_1 (L_0 L_1) (G/T)_1 \frac{1}{k} \frac{1}{B_{v1}} \quad (11)$$

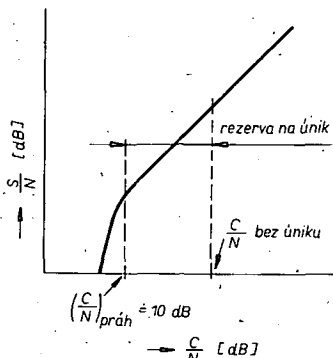
Zcela analogicky pro sestupnou dráhu

$$(C/N)_2 = (EIRP)_2 (L_0 L_2) (G/T)_2 \frac{1}{k} \frac{1}{B_{v2}} \quad (12)$$

kde  $(C/N)_2$  je poměr signál/šum na vstupu vlastního přijímače pozemské stanice. Ve většině praktických situací

$$(C/N)_1 \gg (C/N)_2 \quad (13)$$

Důvody jsou uvedeny dále. Na pozemské stanici lze generovat relativně vysoký vysokofrekvenční výkon, protože nejsou omezené zdroje primární energie. Také vysílací anténa pozemské stanice může mít velký zisk, protože energie z pozemské stanice se soustřeďuje jen směrem ke družici. Na pozemské stanici lze tak dosáhnout velký  $(EIRP)_1$ . Na druhé straně na družici je obtížné generovat velký vysokofrekvenční výkon, protože primární energie je omezená. Je generována slunečními články.



Obr. 8.  $(S/N)$  v závislosti na  $(C/N)$  poblíž prahu FM

Pokud jde o vyzářovací vlastnosti vysílací antény na družici, ty jsou dány obsluhovanou oblastí. Zisky těchto antén bývají menší, zvláště když se jedná o globální, kontinentální nebo oblastní pokrytí. Na družici je tedy obtížné získat velký  $(EIRP)_2$ . Z toho co bylo uvedeno vyplývá, že pro dosažení rozumného poměru  $(C/N)$  nejsou příliš vysoké požadavky na činitele jakosti přijímacího systému družice  $(G/T)_1$  a naopak jsou velké požadavky na činitele jakosti přijímacího systému pozemské stanice  $(G/T)_2$ . Je vidět, že efektivně izotropicky vyzářený výkon na družici  $(EIRP)_2$  a činitel jakosti přijímacího systému pozemské stanice  $(G/T)_2$  jsou kritické parametry energetické bilance. Na základě posledního výrazu lze místo (2) psát

$$(C/N) = (C/N)_2 \quad (14)$$

To platí pro většinu praktických případů. Pro kvalitu přenášené informace vyjádřenou poměrem  $(S/N)$  je rozhodující  $(C/N)_2$ . Výsledné  $(C/N)$  se od  $(C/N)_2$  liší obvykle jen o zlomek decibelů.

Dodatečné ztráty v atmosféře  $L_1$  a  $L_2$  na vzestupné a sestupné dráze jsou způsobeny ve vyšších kmitočtových pásmech především hydrometeory. Mění se v závislosti na podmínkách šíření radiových vln na vzestupné a sestupné dráze a na elevačním úhlu. Zvláště významné jsou tyto dodatečné ztráty ve vyšších kmitočtových pásmech 11 až 12 GHz/14 GHz a 20 GHz/30 GHz. Je třeba si uvědomit, že  $(C/N)_2$  je třeba udržet dostatečně daleko od prahu kmitočtové modulace, který nastává okolo  $(C/N)_2 = 10 \text{ dB}$ , viz obr. 8. Práh kmitočtové modulace je tam, kde  $(S/N)$  začne klesat rychleji než  $(C/N)$ .

Jako příklad jsou dále uvedeny ztráty šířením ve volném prostoru v pásmu 4 GHz, 12 GHz a 20 GHz jakož i dodatečné ztráty  $L$  způsobené

silným deštěm o intenzitě 16 mm/hod; elevační úhel asi 15°:

4 GHz,  $L_0 = 197 \text{ dB}$ ,  $L = 2 \text{ dB}$ ,  
12 GHz,  $L_0 = 206 \text{ dB}$ ,  $L = 10 \text{ dB}$ ,  
20 GHz,  $L_0 = 210 \text{ dB}$ ,  $L = 25 \text{ dB}$ .

V pásmu 4 GHz stačí, když  $(C/N)_2$  je jen několik decibelů nad prahem. V pásmu 12 GHz je potřebná rezerva již 10 dB a v pásmu 20 GHz již několik desítek decibelů. Nelze-li dostatečný  $(C/N)_2$  zajistit, je nezbytné použít prostorový diverzifikační příjem. To znamená, že se použijí dvě pozemské stanice navzájem geograficky tak vzdálené, aby nebylo pravděpodobné, že obě sestupné dráhy budou zasaženy silným deštěm současně. Je známo, že silný déšť má místní charakter. Srážková oblast má při silném dešti průměr jen několik kilometrů.

Je instruktivní přiblížit si energetickou bilanci na konkrétním příkladu. Dále je uveden příklad PDS v pásmu 4 GHz/6 GHz. Na družici je použita anténa s globálním pokrytím (anténa ozařuje celou část povrchu zemského viděnou z družice)  $G_{v2} = 16 \text{ dB}$ . Antenní systém pozemské stanice má průměr 12 m,  $G_{v1} = 55 \text{ dB}$ ,  $G_{p2} = 51 \text{ dB}$ . Na vstupu přijímacího systému pozemské stanice je chlazený parametrický zesilovač s efektivní šumovou teplotou 30 K, efektivní šumová teplota antény je 60 K, efektivní šumová teplota celého přijímacího systému vztážená na vstup vlastního přijímače je 100 K. Výrazy (8) a (9) lze přepsat do tvaru

$$C \text{ dBW} = P_v \text{ dBW} + a_v \text{ dB} + G_v \text{ dB} + L_0 \text{ dB} + L \text{ dB} + G_p \text{ dB} + a_p \text{ dB} \quad (15)$$

$$N \text{ dBW} = 10 \log k + 10 \log T + 10 \log B_{v1} \quad (16)$$

Pomocí (15) a (16) je počítána energetická bilance na vzestupné a sestupné dráze. Výsledky jsou v tabulce 3. Je třeba poznamenat,

Tab. 3. Energetická bilance v PDS 4 GHz/6 GHz

Parametr	Vzestupná dráha pásmo 6 GHz	Sestupná dráha pásmo 4 GHz
$P_v$ dBW	35	12
$a_v$ dB	-1	-1
$G_v$ dB	55	16
$L_0$ dB	-200	-197
$G_p$ dB	20	51
$a_p$ dB	-1	-1
$C$ dBW	-92	-120
$T_p$ K	1000	100
$B_{v1}$ MHz	36	36
$N$ dBW	-123	-133
$(C/N)$ dB	31	13
$L$ při silné bouři dB	-2	-2
$(C/N)$ při silné bouři dB	29	11

že dodatečná ztráta  $L_1$  a  $L_2$  na vzestupné a sestupné dráze se nevyskytuje současně, protože koncové body těchto drah na Zemi jsou geograficky velmi vzdálené. Je malá pravděpodobnost současného výskytu srážek v těchto místech. Dále je třeba poznamenat, že výsledný  $(C/N)$  je přibližně 11 dB, protože  $(C/N)_1 \gg (C/N)_2$ .

Kvalita přenosu v PDS při analogovém způsobu přenosu je pro některé případy uvedena v doporučeních CCIR [3]. Kvalita doporučená CCIR se vždy vztahuje na spoj, který

má určité vlastnosti. Pro jednosokový spoj, to je spoj pozemská stanice – družice – pozemská stanice při přenosu FDM/FM má být po 80 % času kteréhokoli měsíce poměr signál/šum v telefonním kanálu větší než 50 dB a po 99,7 % času kteréhokoli měsíce větší než 47 dB. Uvažuje se psfometrické hodnocení šumu.

Při televizním přenosu v PDS metodou TV/FM na spoji pozemská stanice – družice – pozemská stanice je poměr signál/šum po 99 % času kteréhokoli měsíce větší než 53 dB a po 99,9 % času kteréhokoli měsíce větší než 45 dB. Šum je hodnocen videometrickým filtrem.

V digitálních radiokomunikačních systémech je kvalita přenosu dána především poměrem výkonu modulačního signálu ku kvantizačnímu šumu. Kvantizační šum se dostává do systému v důsledku digitalizace analogového signálu (telefonního, televizního, zvukového) pomocí PCM nebo DM. Kvalita přenosu je tedy v podstatě dána vlastnostmi kodéru a dekodéru, zkráceně kodoku. Na výstupu kodéru je digitální signál nejčastěji v binární formě. Ten se pak využívá k digitální vysokofrekvenční modulaci, nejčastěji 2PSK nebo 4PSK. Při digitálním přenosu lze předpokládat v transpondéru družice regeneraci. Nejprve musí být z PSK vlny získán v transpondéru signál demodulovaný v binární formě. Po regeneraci (obnovení tvaru binárních symbolů a obnovení časování) se signál opět v transpondéru digitálně vysokofrekvenčně moduluje (2PSK nebo 4PSK) a přenáší se k přijímači pozemské stanice. Zde se demoduluje z PSK vlny modulační binární signál, který se pak regeneruje. Při demodulaci PSK vlny v transpondéru a v přijímači pozemské stanice dochází občas k chybě, jejímž důsledkem jsou chyby v binárním proudu modulačního signálu. Výsledná pravděpodobnost chyby bitu  $P_b$  je dána součtem  $P_{e1}$  na vzestupné a  $P_{e2}$  na sestupné dráze. Pravděpodobnost  $P_{e1}$  je závislá na  $(C/N)_1$ , pravděpodobnost  $P_{e2}$  na  $(C/N)_2$ . Vzhledem k tomu, že  $(C/N)_1$  je podstatně větší než  $(C/N)_2$  je  $P_{e1}$  podstatně menší než  $P_{e2}$  a  $P_b \approx P_{e2}$ . I při digitálním přenosu je rozhodující energetická bilance na sestupné dráze.

Kvalita přenosu při digitálním přenosu je definována v doporučeních CCIR [3] následovně:  $P_b < 10^{-6}$  po 80 % času kteréhokoli měsíce,  $P_b < 10^{-4}$  po 99,7 % času kteréhokoli měsíce a  $P_b < 10^{-3}$  po 99,99 % času kteréhokoli měsíce. Vzroste-li  $P_b$  nad  $10^{-3}$ , dochází k rozpadu spojení, protože se rozpadne synchronizace mezi přijímači a vysílací částí digitálního zařízení.  $P_b < 10^{-6}$  se prakticky na přenosu neprojevuje, základní kvalita daná kvantizačním šumem není ovlivněna.

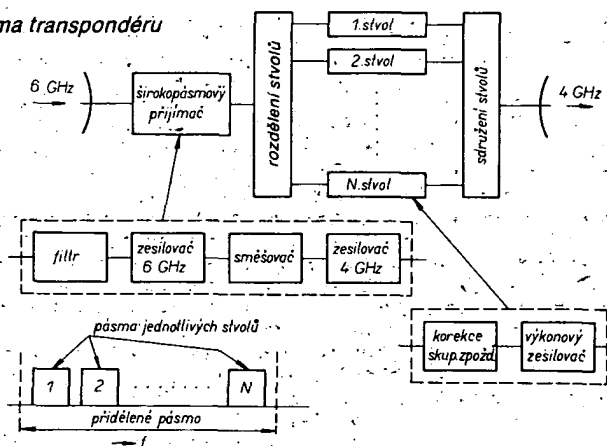
### Subsystémy soustav pevné družicové služby

Možná struktura přenosového zařízení (transpondéru) na družici je na obr. 9. Za přijímací anténou následuje širokopásmová přijímací část. Po zesílení a kmitočtové konverzi v širokopásmové přijímací části se rozdělí signály jednotlivých stvolů na principu kmitočtového dělení do samostatných řetězců, určených pro zpracování signálů jednotlivých stvolů. Po zpracování signálů jednotlivých stvolů se opět sdrúží a společně se pak přivádějí k vysílací anténě družice. Na vstupu širokopásmové přijímací části je pásmová propust pro celé přijímací pásmo, například 5925 MHz až 6425 MHz. Následuje vysokofrekvenční zesílení v pásmu 6 GHz, pak konverze z pásma 6 GHz do pásma 4 GHz a opět zesílení v pásmu 3700 MHz až 4200 MHz. Širokopásmová přijímací část je lineární. Výkonová úroveň na výstupu této části transpondéru je poměrně nízká. Mezi signály jednotlivých stvolů dochází jen k minimálnímu ovlivňování. Na

koncích řetězců jednotlivých stvolů je elektronka s postupnou vlnou ve funkci výkonového zesilovače, v němž jsou signály stvolu zesíleny na požadovanou výkonovou úroveň. V řetězcích jednotlivých stvolů bývá ještě korekce skupinového zpoždění. Takové uspořádání je běžné a vyplývá z možnosti soudobé technologie. Na obr. 9 je také znázorněno, jak jsou umístěna pásma jednotlivých stvolů do celkového přenosového pásma transpondéru.

Vysokofrekvenční zesilovač na konci zařízení stvolu pracuje na vyšší výkonové úrovni a otázkám linearit je třeba věnovat větší pozornost. Charakteristika elektronky s postupnou vlnou vypadá obecně tak jak je znázorněno na obr. 10. Na vodorovné ose je

Obr. 9. Blokové schéma transpondéru



vstupní úroveň v dBW, na ose y výstupní úroveň v dBW. Maximální úroveň výkonu  $P_{max}$  odpovídá bodu saturace. Jak bylo uvedeno v pojednání o mnohonásobném dostupu FDMA, přenáší se stvolem více signálů FDM/FM nebo SCPC. Aby intermodulace mezi těmito signály byly udrženy na nízké úrovni, nesmí celkový výkon na výstupu elektronky s postupnou vlnou, odpovídající součtu všech procházejících signálů, překročit úroveň  $P_{prac}$ , která se nachází ještě v lineární části charakteristiky. Pracovní bod je třeba umístit do lineární části charakteristiky pod bod saturace i v případě přenosu jen jedné nosné, aby nedocházelo k větší než přípustné degradaci přenášeného signálu. Výstupní výkon nosné neodpovídá plnému výkonu elektronky s postupnou vlnou, ale je nižší. To platí i pro soustavu TDMA, v nichž se vždy přenáší stvolem jen jedna nosná. Celé pásmo stvolu je přidělováno postupně pozemským stanicím, provozovaným v síti.

Blokové schéma transpondéru na obr. 9 je znázorněno bez zálohování. Ve skutečnosti se zálohování na družicích vždy používá pro dosažení vyšší spolehlivosti a životnosti družice. V blokovém schématu na obr. 9 nejsou také zakresleny další subsystémy družice, které jsou nezbytné pro její činnost. Jedná se o: – subsystém pro generaci primárního výkonu pro provoz družice (panely se solárními články), baterie a obvody pro napájení elektroniky, – subsystém ovládání a signalizace (telemetrie) pro vysílání údajů o družici na Zem a pro příjem povelů ze Země, – subsystém pro dostavování družice do nominální polohy na geostacionární dráze a subsystém pro stabilizaci polohy družice (stabilizace spinem, třísou stabilizace) a natáčení solárních panelů ke Slunci u družic s třísou stabilizací, automatické udržování požadovaného směru antén.

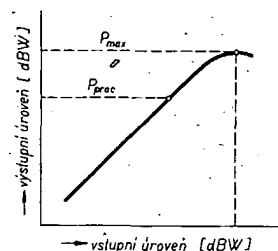
Životnost družice je obvykle omezena životností subsystému pro generaci primárního

výkonu nezbytného pro provoz družice (stárnutí solárních článků) a životnosti systému pro dostavování družice do nominální polohy (zásoby paliva pro reaktivní motorky). Životnost geostacionárních družic se postupně zvyšovala. Od projektované životnosti 1 až 1,5 roku u prvních geostacionárních družic v šedesátých letech je dnes projektovaná životnost 7 až 10 let. Vzhledem k prudce se rozvíjející technologii subsystémů soustav PDS je projektovaná životnost dnes spíše omezena možným morálním zastaráváním než spolehlivostí technologie. Družice jsou většinou použitelné i po ukončení projektované doby života. Takové družice jsou obvykle vyřazeny ze soustavy PDS pro kterou byly umístěny na geostacionární

dráhu, ale lze je dále používat pro experimentální a výzkumné účely.

V souvislosti s pojednáním o energetické bilanci na vzestupné a sestupné dráze bylo upozorněno na význam činitele jakosti přijímací soustavy družice  $(G/T)$ , efektivně izotropicky vyzářeného výkonu družice  $(EIRP)_2$  na poměr  $(C/N)$  na vzestupné a sestupné dráze. V tabulce 4 jsou pro informaci uvedeny tyto parametry; typické pro kmitočtové pásmo 4 GHz/6 GHz pro družice globálních, oblastních a národních soustav PDS podle [4].

Příklad struktury pozemské stanice je na obr. 11. Pozemská stanice je určena pro přenos televizního signálu metodou TV/FM v obou směrech a pro telefonní provoz metodou FDMA/SCPC/FM. V polarizační výhybce se sdrúžují vysílací a přijímací cesta. Na vstupu přijímacího systému je pásmová propust pro pásmo 4 GHz a pásmová zadrž pro pásmo 6 GHz, aby se na vstup přijímače nedostal signál z vysílače v pásmu 6 GHz, který má vysokou úroveň. V přijímací cestě následuje širokopásmový nízkošumový zesilovač. Může se jednat o parametrický zesilovač chlazený případně nechlazený. Následuje rozdělovač televizního a telefonního stvolu. V rozdělovači se rozdělí



Obr. 10. Charakteristiky elektronky s postupnou vlnou

Tab. 4. (G/T) a (EIRP) družice v pásmu 4 GHz/6 GHz

Parametr		Typ pokrytí		
		globální	oblastní	národní
$G_p$ (6 GHz)	dB	17 až 22	21 až 24	30 až 34
$T$	K	800 až 2000	800 až 2000	800 až 2000
(G/T)	dB/K	-17 až -8	-12 až -5	-3 až +5
$G_v$ (4 GHz)	dB	17 až 25	21 až 24	28 až 32
$P_v$	dBW	-2 až +15	+3 až +9	+2 až +12
(EIRP)	dBW	22 až 31	26 až 29	33 až 39

Tab. 5. (G/T) a (EIRP) pozemské stanice PDS v pásmu 4 GHz/6 GHz

Parametr		Typ pokrytí		
		globální	oblastní	národní
Průměr antény	m	10 až 30	8 až 25	3 až 30
$G_p$ (4 GHz)	dB	50 až 61	48 až 59	40 až 59
$T$	K	50 až 150	50 až 150	50 až 200
(G/T)	dB/K	32 až 41	28 až 38	17 až 41
$P_v$	kW	1 až 12	0,3 až 3	0,005 až 1
$G_v$ (6 GHz)	dB	53 až 64	51 až 62	43 až 63
(EIRP)	dBW	63 až 95	62 až 74	45 až 85

pásmu stvolů a realizuje se konverze ve stvolech ze 4 GHz na 70 MHz. Příslušné mezifrekvenční výstupy 70 MHz jsou připojeny na kmitočtový demodulátor televizního signálu a na zařízení SCPC. Ve vysílacím směru jsou telefonní hovory zpracovány v zařízení SCPC na jehož výstupu jsou nosné modulované jednotlivými telefonními hovory v mezifrekvenčním pásmu 70 MHz. Vysílaný televizní signál kmitočtově moduluje nosnou, výstup z modulatoru je také na mezifrekvenci 70 MHz. Mezifrekvenční signály ze zařízení SCPC a televizního modulatoru se přivádí k příslušným vysílacím řetězcům. Ve vysílacím řetězci se směšuje ze 70 MHz do vysokofrekvenčního pásma a po zesílení na požadovaný výstupní výkon ve vicedutinovém klystronu nebo v elektronce s postupnou vlnou se vysílané signály sdružují v mikrovlnném kmitočtovém sdružovači a sdružené se pak přivádějí do polarizační výhybky. Síť PDS složená ze stanic podobného typu jako na obr. 11 vyžaduje na družici dva stvolů, každý široký 36 MHz. Na obr. 11 je struktura pozemské stanice bez zálohování. Ve skutečnosti jsou aspoň nejdůležitější subsystémy pozemské stanice zálohovány pro dosažení vyšší spolehlivosti provozu.

Parametry pozemské stanice, mající klíčový význam pro energetickou bilanci na vstupu a sestupné dráze jsou efektivně izotropicky vyzařovaný výkon (EIRP), a činitel jakosti přijímacího systému (G/T)<sub>2</sub>. V tabulce 5 jsou uvedeny tyto parametry pro pozemské stanice soustav PDS jak se vyskytují v globálních, oblastních a národních sítích podle [4]. Z uvedeného přehledu je vidět, jak rozdílné mohou být základní parametry pozemských stanic v závislosti na aplikaci. Ukazuje se, že zvláště v oblastních a národních sítích se uplatňují i pozemské stanice s nižšími hodnotami činitele jakosti (G/T). Jedná se o tak zvané malé pozemské stanice s malými anténami a méně náročnou vstupní elektronikou.

### Tendence vývoje pevné družicové služby

První aplikace PDS byly na spojích mezi kontinentálními a na spojích na velmi dlouhé vzdálenosti. Jednalo se o spojení v globálních

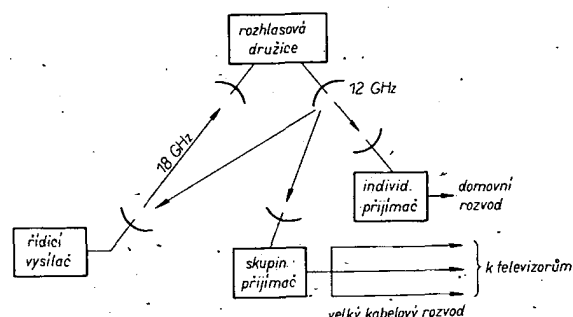
sítích. Postupně se PDS začala uplatňovat pro spojení v rámci kontinentu, pro spojení oblastní, v národních telekomunikačních sítích, v izolovaných sítích, pro spojení při vzniku katastrofických situací a pro spojení do nepřístupných oblastí.

První aplikace PDS byly v pásmu 4 GHz/6 GHz. V důsledku intenzivního využívání kmitočtových pásem pod 10 GHz a v důsledku vývoje technologie se začala experimentálně i provozně využívat pásma nad 10 GHz, zvláště pak pásmo 11 až 12 GHz/14 GHz a pásmo 20

ných sítí a možnost rozšiřování jejich kapacity. Projevuje se tendence všeobecné digitalizace a mnohonásobného dostupu TDMA.

S pokrokem v konstrukci spojových družic se stávají spojové družice komplikovanější, schopné generovat vyšší vysokofrekvenční výkon a plnit složitější funkce. Tato skutečnost a možnost volby obsluhované oblasti vhodnými vyzářovacími diagramy antén na družici vede k možnosti použití pozemských stanic s menšími anténami. Projevuje se výrazná tendence ke složitější případně víceúčelo-

Obr. 12. Struktura soustavy RDS



GHz/30 GHz. Zároveň se počítá s využitím ještě vyšších kmitočtových pásem.

Kromě speciálních případů se dráha družic pro PDS ustálila na dráze geostacionární. Stabilita polohy družice se zvětšuje. Typická odchylka je  $\pm 0,1^\circ$  od nominální polohy ve směru geostacionární dráhy (směr východ-západ) a ve směru napříč ke geostacionární dráze (směr sever-jih). Perspektivně se počítá s ještě větší stabilitou polohy družic.

Intenzivním vývojem prochází používané přenosové techniky. Jsou realizovány spoje rozmanitých přenosových kapacit při metodě mnohostranného dostupu FDMA, TDMA, mnohonásobného dostupu na principu prostorového dělení a používají se kombinované soustavy mnohonásobného dostupu. Aplikace různých přenosových technik v kombinaci s jedinečnými vlastnostmi družic umožňují dosáhnout široké využití družicových spoje-

vým družicím a k aplikaci velkého množství malých pozemských stanic.

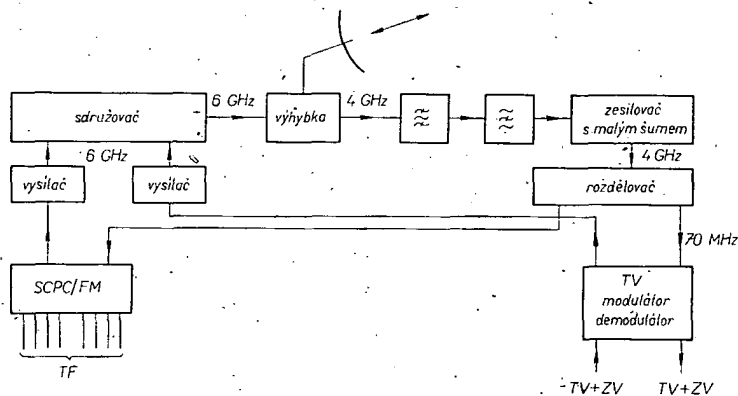
Požadavky na množství a kvalitu přenášených informací v družicových spoích neustále stoupají. Otázkou základní důležitosti je efektivní využití geostacionární dráhy a přidělených kmitočtových pásem. Potřeba efektivního využití kmitočtových pásem vede ke snaze využívat dvě ortogonální polarizace v tomtež kmitočtovém pásmu (dvě kruhové ortogonální – protisměrné a dvě lineární ortogonální polarizace).

### Rozhlásová družicová služba – vysílání televizních programů z družic

V pojednání o PDS byly vysvětleny základní principy přenosu v družicových spoích a byla zdůrazněna skutečnost, že geostacionární družice je „viditelná“ z kteréhokoli místa obsluhované oblasti, takže signály z družice mohou být přijímány kdekoliv v této oblasti. Je zřejmé, že družice se může stát vysílačem televizních a rozhlasových programů, které lze přijímat kdekoliv v obsluhované oblasti. Družice se nabízí jako prostředek televizního a rozhlasového vysílání, poskytující okamžité sto-procentní pokrytí celého území.

### Struktura soustavy

Struktura soustavy RDS je znázorněna na obr. 12. Signál se přenáší z řídicího vysílače k přijímací anténě družice, odtud prochází transpondérem, kde se kmitočtově konvertuje a po zesílení na dostatečnou výkonovou úro-



Obr. 11. Blokové schéma pozemské stanice



veň je vysílán vysílací anténou družice do obsluhované oblasti na Zemi. Vysílací anténa družice má takový vyzářovací diagram, aby pokryla signálem určitou oblast, obvykle území jednoho státu. Zpravidla se jedná o svazek kruhového nebo eliptického průřezu, jehož parametry jsou takové, aby se co možná nejlépe shodoval s hranicemi obsluhované oblasti. V obsluhované oblasti je signál z družice přijímán přijímači pro skupinový či individuální příjem. Skupinové přijímače mají také parametry, aby mohly zásobovat dostatečně kvalitním signálem větší televizní kabelové rozvody. Individuální přijímače mají parametry dostatečné pro menší domovní rozvody.

Poměr signál/šum ( $C/N$ ) na sestupné dráze je určující pro kvalitu přenášené informace. Tento poměr roste s rostoucím efektivně izotropicky vyzářeným výkonem na družici a s činitelem jakosti přijímacího zařízení. V RDS má přijímací zařízení charakter spotřební elektroniky a jeho cena je proto velmi podstatná. Cena přijímacího zařízení je ovlivněna do značné míry jeho činitelem jakosti. Vyšší činitel jakosti vyžaduje větší zisk přijímací antény, tedy její větší rozměry a vstupní obvody o dobrých šumových vlastnostech. Vliv činitele jakosti na cenu přijímacího zařízení je zřejmý. Přijímací zařízení pro RDS musí mít tedy poměrně nízký činitel jakosti. Prakticky se jedná o zařízení s poměrně malými anténami a pokud možno nenákladnou vstupní elektronikou. Vzhledem k tomuto základnímu požadavku na přijímací zařízení RDS musí být efektivně izotropicky vyzářený výkon na družici poměrně velký. Pro danou obsluhovanou oblast, která určuje tvar vyzářovacího diagramu vysílací antény družice a tím i jeho zisk, je nutno dohnat požadovaný efektivně izotropicky vyzářený výkon výkonem koncového stupně transpondéru. V RDS se jedná o podstatně větší výkony než u transpondérů PDS. Zatím co v PDS má vysílací elektronka s postupnou vlnou maximální výkon několik desítek wattů, vysílací elektronka s postupnou vlnou na družici v RDS musí mít výkon i několik set wattů (závisí na velikosti obsluhované oblasti). Rozdíl ve velikosti vysílaných výkonů ovlivňuje konstrukci rozhlasových družic.

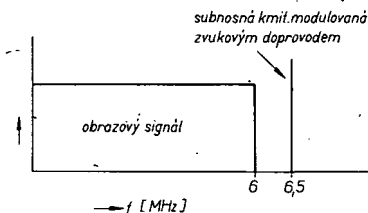
### Charakteristiky soustavy

První úvahy o přímém vysílání z družic se datují do poloviny šedesátých let. Na několika Světových správních radiokomunikačních konferencích (v roce 1971, 1977 a 1979) byla věnována pozornost přidělení kmitočtových pásem pro RDS buď na exkluzivním základě nebo na základě sdílení s jinými službami při zachování preference pro RDS. Klíčovou roli v přípravách na zavádění RDS sehrála konference v roce 1977, kterou dále označujeme WARC BS 77. Tato konference byla věnována především přidělování kmitočtových kanálů, pozic rozhlasových družic a dalších parametrů pro vysílání z družic v pásmu 11,7 GHz až 12,5 GHz pro Oblast 1 a 3. Oblast 1 zahrnuje Evropu, asijskou část SSSR a Afriku. Oblast 3 zahrnuje Asii (kromě SSSR) a Austrálii. Konference s podobným mandátem pro oblast 2, která zahrnuje Ameriku, je plánována na rok 1983. Problematice RDS je věnována pozornost v dostupné literatuře [5]. V roce 1980 [7] se uskutečnil u nás celostátní seminář věnovaný problematice perspektivy RDS.

Názory na přímý příjem televizního vysílání z družic v pásmu 12 GHz se postupně ustálily. Dává se přednost národním družicím, které zajišťují pokrytí jednotlivých zemí určitým počtem televizních programů. Konečným cílem RDS je umožnit skupinový a individuální příjem kdekoli v obsluhované oblasti. Ve městech se bude samozřejmě preferovat skupinový příjem a distribuce televizních signálů pomocí televizních kabelových rozvodů.

Koncepce soustavy RDS podle WARC BS 77 vychází z využití kmitočtové modulace. Modulační signál vzniká složením obrazového signálu a pomocné nosné nad obrazovým signálem, která je modulována kmitočtově zvukovým signálem, viz obr. 13. Z hlediska přenosu zvuku se tedy jedná o dvojnásobnou kmitočtovou modulaci FM/FM. Pro obrazový signál se předpokládá soustava se 625 řádky. WARC BS 77 nevylučuje použití jiných modulačních metod. Rozumí se však, že použití jiných modulačních metod nezpůsobí větší interference než interference uvažované při sestavě plánu.

Pro sestupnou dráhu se používá pravotočivá nebo levotočivá kruhová polarizace. Použití kruhové polarizace je výhodnější než použití polarizace lineární. Uspodňuje konstrukci antény na družici a klade menší nároky na



Obr. 13. Obrazový signál se zvukovým doprovodem na subnosné

nastavení přijímací antény na Zemi. Směr rotace kruhové nebo elipticky polarizované vlny je určen směrem rotace vektoru elektrické intenzity elektromagnetické vlny při pohledu ve směru šíření signálu. V případě lineární polarizace by nestačilo jen nasměrovat anténu přijímače směrem k družici, ale bylo by třeba také ztotožnit rovinu polarizace přijímací antény s rovinou polarizace vysílací antény na družici (geometrické poměry se mění pro tutéž družici s místem v obsluhované oblasti).

Poměr signál/šum ( $C/N$ ) na vstupu přijímače je minimálně 14 dB po 99 % času nejhoršího měsíce (z hlediska šíření rádiových vln) na okraji obsluhované oblasti. V tom je zahrnut i vliv vzestupné dráhy na ( $C/N$ ). Zaručený ochranný poměr je 31 dB, když interferující signál je na stejném kmitočtu, a 15 dB, když nosná interferujícího signálu odpovídá nosné sousedního kanálu.

Kmitočtový plán WARC BS 77 je v tabulce 6. Vzdálenost mezi středními kmitočty sousedních kanálů je 19,18 MHz. Celkem je v pásmu 11,7 až 12,5 GHz umístěno 40 kanálů. Většinou bylo přiděleno pět kanálů. Kanály jsou vždy situovány do kmitočtového intervalu o maximální šířce asi 400 MHz, aby byla usnadněna konstrukce přijímacího zařízení. Kromě toho nosné sousedních kanálů přidělené určité zemi jsou od sebe minimálně tři kanálové rozteče. Například, je-li jí přidělen kanál 3, nejbližší sousední kanál může být 7, další 11, 15 a 19. To jsou konkrétní kanály, které byly přiděleny ČSSR.

Činitel jakosti ( $G/T$ ) je 6 dB/K pro individuální příjem a 14 dB/K pro skupinový příjem a vztahuje se na vstup přijímače. Činitel jakosti se vypočítá podle vztahu, viz obr. 14.

$$(G/T) = \frac{a b G_p}{a T_a + (1-a) T_0 + T_p} \quad (17)$$

kde  $a < 1$  respektuje ztráty výkonu mezi výstupem přijímací antény a vstupem přijímače ve spojovacím vedení,  $b < 1$  respektuje ztráty výkonu způsobené chybou zaměření přijímací antény, polarizačními efekty a deformacemi povrchu antény,  $G_p$  je zisk přijímací antény vůči izotropickému zářiči,  $T_a$  je efektivní šumo-

vá teplota antény,  $T_0$  je teplota vedení rovná 290 K,  $T_p$  je efektivní šumová teplota vlastního přijímače. Je vidět, že pro dosažení většího činitele jakosti je třeba, aby ztráty respektovně uvedení součiniteli byly co nejmenší. Mezi efektivní šumovou teplotou vlastního přijímače a jeho šumovým číslem  $n$  platí vztah

$$T_p = (n - 1) T_0 \quad (18)$$

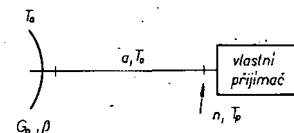
Kmitočtový plán WARS BS 77 předpokládá také přesně definované vlastnosti antén přijímacích zařízení. Pro individuální příjem uvažuje šířku hlavního svazku přijímací parabolické antény asi 2° a pro skupinový příjem 1°. Je specifikován také tvar vyzářovacího diagramu a polarizační vlastnosti antény. Šířka svazku má vztah k průměru ústí parabolické antény. Plocha ústí určuje její zisk.

Pro televizní standard 625 řádek je šířka pásma kanálu 27 MHz. Tato šířka pásma způsobuje, že sousední kanály kmitočtového plánu se poněkud překrývají. To však nevadí, protože sousední kanály nejsou jedné zemi přiděleny. Šířka pásma 27 MHz dostatečně i pro přenos zvukového doprovodu obrazového signálu na subnosné nad základním pásmem obrazového signálu.

Nominální orbitální pozice jsou rovnoměrně rozděleny na geostacionární dráze po 6°. Na jedné orbitální pozici může být více rozhlasových družic. Stabilita polohy družice je  $\pm 0,1^\circ$  ve směru geostacionární dráhy (směr východ – západ) i ve směru napříč geostacionární dráhy (směr sever–jih). To znamená, že družice se může maximálně vychýlit z nominální polohy o  $\pm 0,14^\circ$ .

Vzhledem k tomu, že se z družice vysílá v kmitočtovém pásmu 12 GHz, vliv elevačního úhlu nabývá na význam. Příděly podle WARC BS 77 jsou také, aby elevační úhly byly pokud možno dostatečně velké. Jedná se o kompenzaci omezení, vyplvajících z atmosférické absorpce případně zastínění v horských oblastech a zástavbou.

Vysílací anténa na družici má podle charakteru obsluhované oblasti kruhový nebo eliptický průřez hlavního laloku vyzářovacího diagramu. Je-li průřez eliptický, jsou definovány šířky hlavního laloku v rovinách velké a malé osy elipsy. Zisk vysílací antény na družici je dán vztahem



Obr. 14. K definici činitele jakosti  $G/T$  přijímače RDS

Tab. 6. Kanály WARC BS 77

Číslo kanálu	Kmitočet MHz	Číslo kanálu	Kmitočet MHz
1	11 727,48	21	12 111,08
2	11 746,66	22	12 130,26
3	11 765,84	23	12 149,44
4	11 785,02	24	12 168,62
5	11 804,20	25	12 187,80
6	11 823,38	26	12 206,98
7	11 842,56	27	12 226,16
8	11 861,74	28	12 245,34
9	11 880,92	29	12 264,52
10	11 900,10	30	12 283,70
11	11 919,28	31	12 302,88
12	11 938,46	32	12 322,06
13	11 957,64	33	12 341,24
14	11 976,82	34	12 360,42
15	11 996,00	35	12 379,60
16	12 015,18	36	12 398,78
17	12 034,36	37	12 417,96
18	12 053,54	38	12 437,14
19	12 072,72	39	12 456,32
20	12 091,90	40	12 475,50

$$G_v = \frac{27843}{ab} \quad (19)$$

kde  $a$  a  $b$  jsou úhly ve stupních v rovinách velké a malé osy elipsy. Využití geometrické plochy ústí parabolické antény je  $\eta = 0,55$ . Minimální šířka svazku je  $0,6^\circ$ . Tato šířka svazku přichází v úvahu pro malé země. Jedná-li se o svazek s eliptickým průřezem, pak je to šířka v rovině malé osy elipsy. Vyzářovací i polarizační vlastnosti antény jsou také definovány. Směr hlavního záření antény družice se nesmí odchýlovat od nominálního směru o víc než  $0,1^\circ$ . To odpovídá na povrchu Země vzdálenosti od nominálního průsečíku s povrchem asi 56 km. Pro eliptické svazky nesmí nastat rotace okolo hlavního směru záření o více než  $2^\circ$ .

V soustavě RDS podle WARC BS 77 je zaručena na okraji obsluhované oblasti hustota toku výkonu jednotkou plochy po dobu 99 % času nejhrošího měsíce minimálně  $-103$  dBW/m<sup>2</sup>. Uprostřed obsluhované oblasti je hustota výkonového toku o 3 dB větší.

V FM signálu při televizním modulačním signálu jsou výrazné energetické špičky. V případě, že modulační signál není přítomen, je veškerá energie soustředěna na nosném kmitočtu. To je velmi nebezpečné z hlediska rušení jiných radiokomunikačních služeb, pracujících ve sdílených kmitočtových pásmech. Proto se v soustavě RDS podle WARC BS 77 používá disperze energie. Používá se dodatečná modulace trojúhelníkovým signálem o kmitočtu 25 Hz se zdvihem 600 kHz<sub>M</sub>. Tak se zmenšuje spektrální hustota v pásmu širokém 4 kHz o 22 dB. V přijímačích musí být tento signál odstraněn.

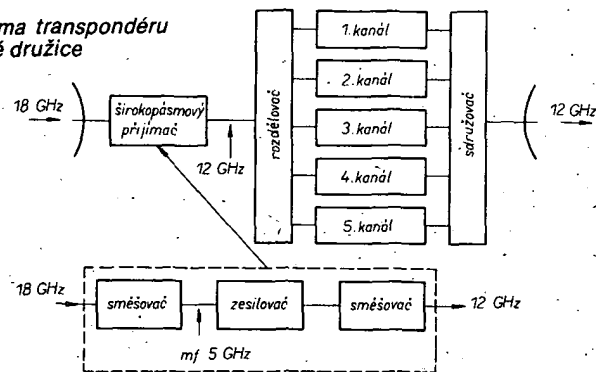
Přidělí WARC BS 77 jednotlivým zemím sledují cíl, kterým je televizní vysílání z družic s možností skupinového a individuálního příjmu. Většinou země Oblasti 1 a 3 bylo přiděleno po pěti kanálech. Je možné některý kanál využít země, které byl přidělen, pro vysílání rozhlasových signálů. Parametry pro využití kanálu o šířce 27 MHz pro rozhlasové vysílání nebyly zatím stanoveny. K tomuto problému však existuje řada publikací a studií [5], [9].

Přidělí WARC BS 77 pro ČSSR:

- pozice rozhlasové družice je na geostacionární dráze  $1^\circ$  západní délky,
- hlavní svazek vyláčí antény má eliptický průřez s úhly v rovinách hlavních os  $0,6^\circ$  a  $1,5^\circ$ , zisk podle (19) je 44,9 dB,
- přidělené kanály jsou č. 3, 7, 11, 15 a 19, viz tabulku 6,
- polarizace všech kanálů je kruhová levotočivá,
- efektivně izotropický vyzářený výkon jednotlivých kanálů se pohybuje od 63,8 do 64 dBW.

Azimuty a elevace úhlů k rozhlasové družici ČSSR se na území ČSSR pohybují v intervalu  $198^\circ$  až  $209^\circ$  pro azimut a v intervalu  $30^\circ$  až  $32^\circ$  pro elevaci.

Obr. 16. Blokové schéma transpondéru rozhlasové družice

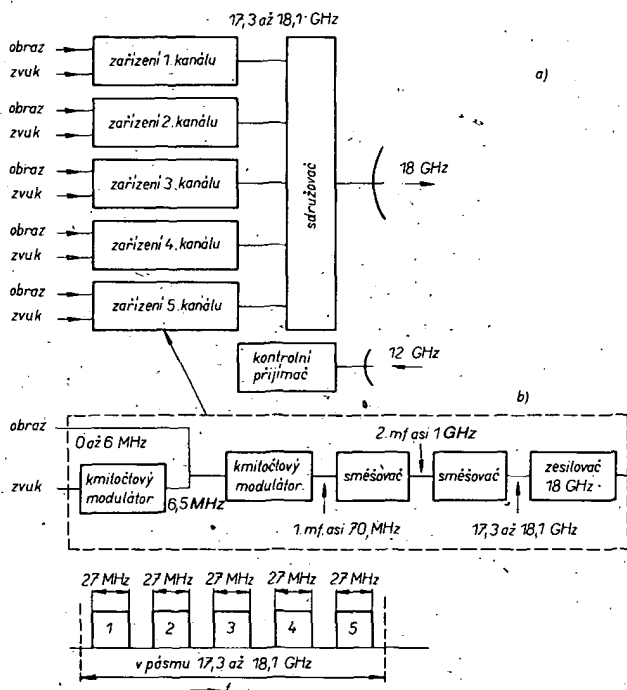


### Řídicí vysílač a transpondér

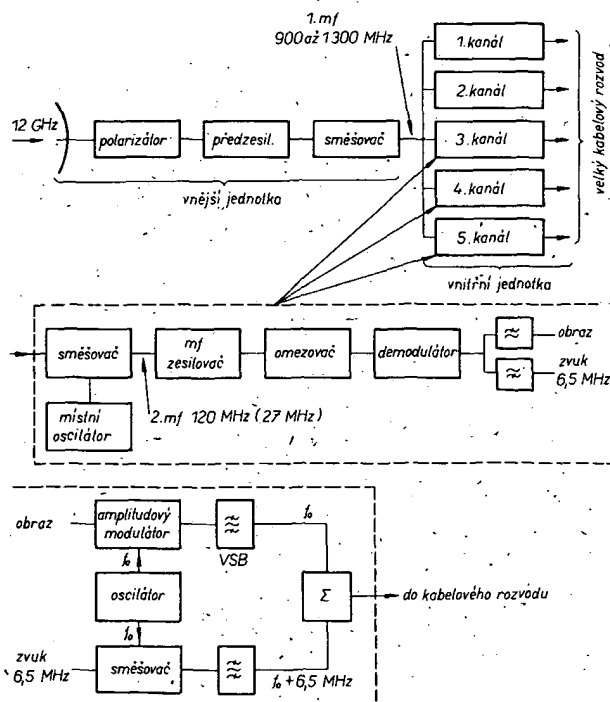
Blokové schéma řídicího vysílače je na obr. 15. Je vybaven pro vysílání pěti televizních programů, to je počet kanálů přidělený WARC BS 77. Vysílač se skládá z pěti kanálových jednotek 1 až 5. Na vstup kanálové jednotky je přiváděn televizní signál a jeho zvukový doprovod. Obrazový signál je v základním pásmu do 6 MHz, zvukový signál v základním pásmu do 15 kHz. Z výstupu kanálových jednotek již vystupuje kmitočtově modulovaný vysokofrekvenční signál. Tento signál je v pásmu, které se předpokládá pro vzestupnou dráhu,

nám pásmu, například 70 MHz. Následuje směšovač do pásma druhé mezipřekvenky, například 1 GHz, pak směšování do pásma 18 GHz. Šířka pásma na mezipřekvenku a ve vysokofrekvenčním pásmu je 27 MHz.

Signály jsou přijímány přijímačem družice na obr. 16. První částí transpondéru je širokopásmový přijímač. Na vstupu přijímače je směšovač, kde se přeloží přicházející signály z pásma 17,3 GHz až 18,1 GHz do mezipřekvenčního pásma například okolo 5 GHz. Šířka pásma mezipřekvenky je asi 400 MHz, což je pásmo zaujímané pěti TV/FM signály. Po zesílení na mezipřekvenku následuje konverze



Obr. 15. Blokové schéma řídicího vysílače



Obr. 17. Blokové schéma skupinového přijímače

z pásma 5 GHz do pásma 11,7 GHz až 12,5 GHz. To je již pásmo sestupné dráhy. Další zpracování jednotlivých TV/FM signálů je po rozdělení již v samostatných kanálových jednotkách transponderů. Na konci každé kanálové jednotky je výkonový zesilovač osazený elektronkou s postupnou vlnou. Následuje kmitočtový sdrůžovač a vysílání k Zemi do definované obsluhované oblasti.

### Přijímače pro přímý příjem

Mnoho specifických aspektů této problematiky vyplývá ze skutečnosti, že existuje velké množství televizních přijímačů pro příjem v zemských televizních sítích a že je rozvinutá technika televizních kabelových rozvodů. V rámci WARC BS 77 byly uvažovány dva typy přijímačů: skupinový přijímač s činitelem jakosti  $(G/T) = 14$  dB/K a přijímač pro individuální příjem s  $(G/T) = 6$  dB/K.

Typické blokové schéma přijímače pro skupinový příjem je na obr. 17. Je určen v podstatě pro napájení televizních kabelových rozvodů a jeho využití přichází v úvahu ve městech a tam, kde je vhodné budovat kabelové rozvody. Za anténou je polarizátor pro transformaci kruhové polarizace na lineární polarizaci. Následuje nízkosumový vysokofrekvenční předzesilovač. Ve směšovači se přeloží společně všech pět TV/FM signálů do pásma první mezifrekvence, které může být například 900 MHz až 1300 MHz. Dále následují kanálové jednotky pro jednotlivé televizní kanály. Na výstupu jednotlivých kanálových jednotek je signál v soustavě VSB-AM na kanálech zemského televizního vysílání. Tyto signály jsou již vhodné pro distribuci pomocí televizních kabelových rozvodů ke standardním televizorům.

Na vstupu každé kanálové jednotky je směšovač s pevně nalaďeným místním oscilátorem. Zde se vybere signál pro něj je kanálová jednotka určena. Za směšovačem je mezifrekvenční zesilovač, například 120 MHz se šířkou pásma 27 MHz. Za mezifrekvenčním zesilovačem následuje omezovač a kmitočtový demodulátor. Na výstupu kmitočtového demodulátoru se pomocí dolnofrekvenčního a hornofrekvenčního propusti oddělí obrazový signál a pomocná nosná kmitočtově modulovaná zvukovým signálem. Další část kanálové jednotky představuje remodulátor, pomocí kterého získáme signál soustavy VSB-AM.

Sledujeme nejdříve cestu obrazového signálu. Obrazový signál amplitudově moduluje nosnou vlnu z oscilátoru remodulátoru. Amplitudově modulovaný signál prochází VSB filtrem. Kmitočet nosné tohoto signálu označme  $f_0$ . Kmitočtově modulovaná subnosná 6,5 MHz zvukovým signálem se přeloží ve směšovači pomocí oscilátoru remodulátoru, takže na výstupu směšovače je kmitočtově modulovaná nosná, jejíž kmitočet je  $f_0 + 6,5$  MHz. V současném obvodu sečteme oba signály na nosné  $f_0 + 6,5$  MHz a dostaneme signál, který odpovídá signálům přenášeným v zemských televizních sítích.

Elektronické zařízení skupinového přijímače se dělí na dvě části: vnější jednotku a vnitřní jednotku. Vnější jednotka obsahuje anténu, polarizátor, nízkosumový předzesilovač, směšovač a místní oscilátor směšovače a předzesilovač první mezifrekvence. Jedná se o kompaktní celek, vlastní elektronické zařízení je umístěno prakticky v ohnisku parabolické antény nebo za jejím vrcholem. Vnější jednotka se umístí na místě vhodném pro příjem, například na střeše činžovního domu a podobně. Mezifrekvenční signál 900 MHz až 1300 MHz se pak vede souosým kabelem třeba i na relativně velkou vzdálenost k vnitřní jednotce instalované na vhodném místě.

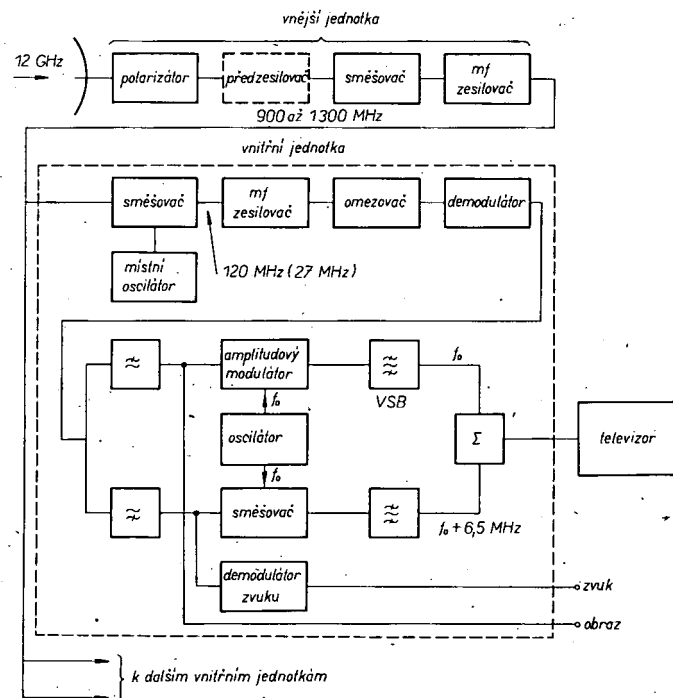
Blokové schéma přijímače pro individuální příjem při napájení menších (domovních) rozvodů se principiálně neliší od blokového schématu na obr. 17. Vnější jednotka takového zařízení bude mít však vzhledem k menšímu  $(G/T)$  anténu menšího průměru a může pravděpodobně postrádat nízkosumový vysokofrekvenční předzesilovač. Na obr. 18 je blokové schéma přijímače pro individuální příjem pro bezprostřední napájení standardního televizního přijímače televizním signálem. Oscilátor směšovače vnější jednotky je pevně nalaďen. Ve směšovači se signál z pásma 12 GHz konvertuje do pásma první mezifrekvence 900 MHz až 1300 MHz. Od vnější jednotky se vede signál kabelem k vnitřní jednotce, která je umístěna v bezprostřední blízkosti standardního televizního přijímače. Tam, kde je více televizních přijímačů, může být pro každý přijímač samostatná vnitřní jednotka. Vnitřní jednotka má v podstatě stejnou strukturu jako kanálová jednotka skupinového přijímače. Rozdíl je v tom, že oscilátor směšovače vnitřní

$\eta = 0,55$  vyjde pro zisk antény skupinového přijímače, viz také vzorec (5)  $G_p = 26460$  (to je 44 dB) a pro zisk antény individuálního přijímače  $P_p = 6242$  (38 dB). Ve vzorci (17), který udává činitele jakosti  $(G/T)$  přijímače je nutno zisk  $G_p$  přepočítat na vstup vlastního přijímače. Ztráty ve vedení a ztráty chybným zaměřením přijímací antény jsou předpokládány  $a = b = 0,8$  (to je 1 dB). Pak pro skupinový přijímač je zisk přepočtený na vstup přijímače  $G = 42$  dB a pro individuální přijímač  $G = 36$  dB.

Pro skupinový přijímač musí být efektivní šumová teplota přijímacího systému vztažena na vstup přijímače

$$T_{\text{dBK}} = G_{\text{dB}} - (G/T)_{\text{dB/K}} = 42 \text{ dB} - 14 \text{ dB/K} = 28 \text{ dBK}.$$

To je ve vstupních Kelvina  $T = 630$  K. Pro individuální přijímač



Obr. 18. Blokové schéma individuálního přijímače

jednotky je přeladitelný na jednotlivé kanály. Na výstupu remodulátoru je k dispozici signál soustavy VSB-AM, který se přivádí na vstup standardního televizního přijímače. Ve vnitřní jednotce může být ještě kmitočtový demodulátor zvukové subnosné pro případ, že televizní přijímač by byl vybaven vstupy pro obrazový a zvukový signál v základním pásmu.

Přijímací zařízení na obr. 17 a obr. 18 budou poměrně drahá, protože se jedná o zařízení technologicky náročná. Vzhledem ke způsobu využití se však může na nákladech podílet větší množství uživatelů.

Nyní se podíváme podrobněji na to, jaký je průměr parabolické antény a jaké vlastnosti by měla mít vstupní elektronika, aby bylo dosaženo činitelů jakosti požadovaných WARC BS 77.

Šířka svazku antény skupinového přijímače je  $1^\circ$  (mezi body polovičního výkonu, pokles o 3 dB) a individuálního přijímače  $2^\circ$ . Pro kmitočtové pásmo 12 GHz přichází prakticky v úvahu parabolická anténa. Podle vztahu v [5] vyjde průměr parabolického zrcadla pro skupinový přijímač 1,7 m až 1,8 m a pro individuální přijímač 0,8 m až 0,9 m. Za předpokladu využití kruhové plochy ústí parabolické antény

$$T_{\text{dBK}} = G_{\text{dB}} - (G/T)_{\text{dB/K}} = 36 \text{ dB} - 6 \text{ dB/K} = 30 \text{ dBK}.$$

To je  $T = 1000$  K. Efektivní šumovou teplotu vlastního přijímače  $T_p$  určíme ze jmenovatele výrazu (17). Odhadneme efektivní šumovou teplotu přijímací antény pro skupinový i individuální přijímač  $T_a = 150$  K, pak

$$T_p = T - aT_a - (1 - a)T_0 = 630 - 0,8 \cdot 150 - (1 - 0,8) \cdot 290 = 452 \text{ K}.$$

Šumovou teplotu  $T_p = 452$  K lze zajistit přijímačem [9], na jehož vstupu je nízkosumový vysokofrekvenční předzesilovač osazený tranzistorem Ga-As-MESFET. Pro individuální přijímač vyjde

$$T_p = T - aT_a - (1 - a)T_0 = 1000 - 0,8 \cdot 150 - (1 - 0,8) \cdot 290 = 822 \text{ K}.$$

Šumovou teplotu  $T_p = 822$  K lze zajistit [9] přijímačem, na jehož vstupu je nízkosumový směšovač. Informace o vlastnostech zahraničních tranzistorů MESFET lze najít v [7]. V pás-

mu 12 GHz se pohybuje šumové číslo takového tranzistoru okolo 2,5 dB a jeho zisk okolo 8,5 dB. Jedná se o speciální prvky, jejichž vývoj dále pokračuje.

### Kvalita příjmu

Pro výkon  $C$  na vstupu přijímače lze podle (14) psát

$$C \text{ dBW} = (\text{EIRP}) \text{ dBW} + L_0 \text{ dB} + L \text{ dB} - G_p \text{ dB} + a \text{ dB} + b \text{ dB},$$

kde

$$(\text{EIRP}) \text{ dBW} = P_v \text{ dBW} + a_v \text{ dB} + G_v \text{ dB},$$

$$L_0 \text{ dB} = -20 \log f - 20 \log d + 147,56 \text{ dB}.$$

Pro šum na vstupu přijímače platí

$$N \text{ dBW} = 10 \log k + 10 \log T + 10 \log B_{vt}.$$

Údaje a výsledky výpočtu výkonu signálu, výkonu šumu a poměru  $(C/N)$  na vstupu přijímače s činitelem jakosti  $(G/T) = 14 \text{ dB/K}$  a  $6 \text{ dB/K}$  jsou obsaženy v tabulce 7. Poměr signál/šum  $(C/N)$  pro 99 % času nejhoršího měsíce je pro přijímač s  $(G/T) = 6 \text{ dB/K}$  větší než  $14 \text{ dB}$  a je tedy asi  $4 \text{ dB}$  nad prahovou hodnotou FM systému. Rezerva  $4 \text{ dB}$  bude vyčerpána jen v případě velmi silného deště. Lze očekávat, že po dobu 99,9 % času nejhoršího měsíce bude  $(C/N)$  nad prahovou hodnotou. Jedná se o  $(C/N)$  na kraji obsluhované oblasti.

Pro kvalitu přenosu obrazového signálu je rozhodující poměr signál/šum  $(S/N)$  na výstupu obrazového kanálu. Platí, viz také vzorec (1) a [5]

$$(S/N) = 6 \left( \frac{\Delta f_m}{f_m} \right)^2 \frac{B_{vt}}{f_m} (k_v k_d) (C/N) \quad (20)$$

nebo v decibelech

$$(S/N) \text{ dB} = (C/N) \text{ dB} + 10 \log 6 \left( \frac{\Delta f_m}{f_m} \right)^2 \frac{B_{vt}}{f_m} + (k_v k_d) \text{ dB} \quad (21).$$

V uvedených výrazech je  $(C/N)$  dán tabulkou 7,  $(k_v k_d)$  jsou činitele respektující preemfázi a videometrický filtr a při trojúhelníkovém šumu na výstupu FM systému činí celkem  $18,1 \text{ dB}$ . Šířka pásma  $B_{vt} = 27 \text{ MHz}$ , horní hraniční kmitočet obrazového signálu  $f_m = 6 \text{ MHz}$ ,  $\Delta f_m$  je špičkový kmitočtový zdvih způsobený obrazovým signálem. Výraz (21) odpovídá obvyklému vyjádření poměru signál/šum  $(S/N)$  při televizním přenosu. Je definován jako poměr maximálního výkonu jasového signálu k videomet-

ricky vyhodnocovanému šumu v obrazovém pásmu. Zdvih  $\Delta f_m$  je třeba volit tak, aby poměr signál/šum odpovídal požadované hodnotě. Uvažujeme, že pro 99 % času nejhoršího měsíce je požadován na okraji obsluhované oblasti  $(S/N)$  aspoň  $46 \text{ dB}$ . Aby tento  $(S/N)$  byl dosažen, musí být zdvih  $\Delta f_m$   $5,5 \text{ MHz}$  až  $6 \text{ MHz}$ . Pro 99,9 % času nejhoršího měsíce bude kvalita asi o  $4 \text{ dB}$  nižší. Pro přijímač s činitelem jakosti  $(G/T) = 14 \text{ dB/K}$  bude kvalita vyšší jak to odpovídá  $(C/N)$  pro tento druh příjmu.

Pro poměr signál/šum  $(S/N)$  při přenosu zvukového doprovodu obrazového signálu metodou FM/FM (dvojnásobnou kmitočtovou modulací) platí

$$(S/N) = \frac{3}{4} \left( \frac{\Delta f_{pn}}{f_{zv}} \right)^2 \left( \frac{\Delta f_{vt}}{f_{pn}} \right)^2$$

$$\frac{B_{vt}}{f_{zv}} (k_p k_d) (C/N) \quad (22),$$

kde  $f_{pn}$  je kmitočet pomocné nosné zvuku,  $\Delta f_{vt}$  je špičkový kmitočtový zdvih vysokofrekvenční nosné vlny způsobený pomocnou nosnou zvuku,  $f_{zv}$  je horní hraniční kmitočet zvukového doprovodu,  $\Delta f_{pn}$  je špičkový zdvih pomocné nosné zvuku způsobený merným zvukovým signálem,  $(k_p k_d)$  jsou činitele, respektující vliv preemfáze a psofometrického filtru. V decibelech

$$(S/N) \text{ dB} = (C/N) \text{ dB} + 10 \log \frac{3}{4} \left( \frac{\Delta f_{pn}}{f_{zv}} \right)^2 \left( \frac{\Delta f_{vt}}{f_{pn}} \right)^2 \frac{B_{vt}}{f_{zv}} + (k_p k_d) \text{ dB} \quad (23).$$

V posledním výrazu je  $(C/N)$  dán tabulkou 7. Hodnoty ve (23) jsou až na  $\Delta f_{vt}$  určeny podmínkou slučitelnosti s parametry používanými v zemské televizní síti; tedy  $f_{pn} = 6,5 \text{ MHz}$ ,  $f_{zv} = 15 \text{ kHz}$ ,  $\Delta f_{pn} = 50 \text{ kHz}$ . Činitel  $(k_p k_d) = 1,5 \text{ dB}$  při uvažování trojúhelníkového šumu na výstupu zvukového kanálu a preemfáze  $50 \mu\text{s}$  a při uvažování nového psofometrického filtru CCIR. Zdvih  $\Delta f_{vt}$  je třeba volit tak, aby poměr signál/šum  $(S/N)$  odpovídal požadované hodnotě. Postupujeme analogicky a úvahou při určování  $(S/N)$  při přenosu obrazového signálu. Uvažujeme, že pro 99 % času nejhoršího měsíce je požadován na okraji obsluhované oblasti  $(S/N)$  aspoň  $50 \text{ dB}$ . Aby tento  $(S/N)$  byl dosažen, musí být zdvih  $\Delta f_{vt} = 2,9 \text{ MHz}$ . Pro 99,9 % času nejhoršího měsíce bude kvalita asi o  $4 \text{ dB}$  nižší. Pro přijímač s činitelem jakosti  $(G/T) = 14 \text{ dB/K}$  bude kvalita vyšší v souladu s vyšším  $(C/N)$ .

Konference WARC BS 77 vychází z použití kmitočtové modulace při vysílání televizních signálů z družice v pásmu  $12 \text{ GHz}$ . Můžeme se ptát, proč se neuvažoval v pásmu  $12 \text{ GHz}$

obvyklý způsob přenosu VSB-AM, který se používá v zemských televizních vysílacích sítích. V tomto případě by stačilo použít jen konvertor z kmitočtového pásma  $12 \text{ GHz}$  do kmitočtového pásma používaného v zemských televizních sítích a nebylo by potřeba provádět remodulaci.

Pro kvalitu přenosu je rozhodující poměr signál/šum  $(S/N)$  po demodulaci. Ten je u analogových modulačních metod úměrný poměru signál/šum  $(C/N)$  na vstupu přijímače, viz (1) a pro kmitočtovou modulaci (20), (21). Při kmitočtové modulaci se realizuje širokopásmový zisk rozdíl v decibelech mezi  $(S/N)$  a  $(C/N)$ , který pro dané parametry obrazového přenosu je asi  $32 \text{ dB}$ . Pro přenos VSB-AM se v [5] uvádí pro poměr signál/šum  $(S/N)$

$$(S/N) \text{ dB} = 3,214 \text{ dB} + (C/N) \text{ dB} \quad (24).$$

Z posledního výrazu je vidět, že rozdíl mezi  $(S/N)$  a  $(C/N)$  je přibližně  $3 \text{ dB}$ . Předpokládáme, že pro přenos použijeme způsob VSB-AM a že na kraji obsluhované oblasti požadujeme jako při přenosu FM  $(S/N)$  aspoň  $46 \text{ dB}$  pro 99 % času nejhoršího měsíce. Z toho plyne, že potřebný poměr  $(C/N)$  je přibližně  $43 \text{ dB}$ . Šumová šířka pásma u FM byla uvažována  $27 \text{ MHz}$ . Šumová šířka pásma při přenosu VSB/AM je přibližně  $6 \text{ MHz}$ . Za předpokladu, že přijímač v pásmu  $12 \text{ GHz}$  pro VSB-AM by měl stejnou celkovou efektivní šumovou teplotu jako přijímač FM, je šum v pásmu signálu FM  $4,5$ krát větší než šum v pásmu signálu VSB-AM,  $N_{FM} = 4,5 N_{AM}$ . Na kraji obsluhované oblasti pro systém FM

$$(C_{FM}/N_{FM}) \text{ dB} = \left( \frac{C_{FM}}{4,5 N_{AM}} \right) \text{ dB} = 14 \text{ dB}$$

a pro systém VSB-AM

$$(C_{AM}/N_{AM}) \text{ dB} = 43 \text{ dB}.$$

Z toho vyjde

$$C_{AM} \text{ dBW} - C_{FM} \text{ dBW} = 23 \text{ dB}.$$

V případě přenosu FM byl potřebný vysokofrekvenční výkon generovaný na družici  $20,1 \text{ dBW}$ , viz tabulku 7. Pro přenos VSB-AM při požadavku stejné kvality  $(S/N)$  vyjde  $43,1 \text{ dBW}$ , to je přibližně  $20 \text{ kW}$ . Generovat tak vysoký vysokofrekvenční výkon na družici je při soudobých technologických možnostech nereálné. Kromě toho přenos VSB-AM vyžaduje daleko větší ochranné poměry než přenos FM. To jsou dva hlavní důvody, které vedly k rozhodnutí použít pro rozhlasovou družicovou službu v pásmu  $12 \text{ GHz}$  přenos kmitočtovou modulací.

Tabulka 7 Energetická bilance RDS 12 GHz

Parametr	Skupinový přijímač	Individuální přijímač
$P_v$ dBW	20,1	20,1
$a_v$ dB	-1	-1
$G_v$ dB	44,9	44,9
(EIRP) dBW	64	64
$L_0$ dB ( $f = 12 \text{ GHz}$ , $d = 38\,500 \text{ km}$ )	-205,8	-205,8
$G_p$ dB	44	38
$a$ dB	-1	-1
$b$ dB	-1	-1
$C$ dBW	-99,8	-105,8
$T$ K	630	1000
$B_{vt}$ MHz	27	27
$N$ dBW	-126,3	-124,3
$(C/N)$ dB uprostřed obsluhované oblasti	26,5	18,5
$L$ dB pro 99 % času	-1,5	-1,5
$(C/N)$ dB pro 99 % času uprostřed oblasti	25,0	17
Korekce pro okraj oblasti dB	-3	-3
$(C/N)$ dB, 99 % času, okraj oblasti	22,0	14

Tabulka 8 Energetická bilance v soustavě Ekran

Parametr	Přijímač 1. třídy	Přijímač 2. třídy
$P_v$ dBW (na vstupu antény)	23	23
$G_v$ dB	33,5	33,5
$L_0$ dB ( $f = 0,7 \text{ GHz}$ )	-182	-182
$G_p$ dB	30	23
$C$ dBW	-95,5	-102,5
$T$ K	800	800
$B_{vt}$ MHz	24	24
$N$ dBW	-125,8	-125,8
$(C/N)$ dB uprostřed obsluhované oblasti	30,3	23,3
$L$ dB dodatečná ztráta	-2,5	-2,5
$(C/N)$ dB uprostřed oblasti včetně dodatečné ztráty	27,8	20,8
Korekce na okraj obsluhované oblasti	-7,5	-7,5
$(C/N)$ dB na okraj oblasti včetně dodatečné ztráty	20,3	13,3



## Současný stav družicové televize, soustava Ekran a Moskva

I když závěry WARC BS 77 jsou platné od 1. ledna 1979, nebyl zatím systém podle WARC BS 77 realizován žádnou zemí. Existují projekty soustav RDS podle WARC BS 77, které jsou vzdálenější nebo bližší realizaci [9], [10]. Existují však i jiné soustavy družicové televize, které úspěšně pracují již řadu let. Mezi známé soustavy družicové televize patří soustava Ekran v pásmu 0,7 GHz a soustava Moskva v pásmu 4 GHz [6].

### Soustava Ekran

Soustava Ekran je v provozu od roku 1976. Pracuje s geostacionární družicí v poloze 99° východní délky. Obsluhovaná oblast má plochu větší než 9 milionů km<sup>2</sup>, to je asi 40 % území SSSR a obsahuje oblasti Sibiře, Krajní

poměr (C/N) několik decibelů nad prahem kmitočtové modulace. Modulační signál je tvořen obrazovým signálem v pásmu do 6 MHz a pomocnou nosnou zvuku na kmitočtu 6,5 MHz, která já kmitočtově modulovaná zvukovým signálem. Subnosná 6,5 MHz je rovna kmitočtovému rozdílu nosné obrazu a nosné zvuku v zemských televizních sítích. Kromě zvukového doprovodu obrazového signálu na kmitočtu 6,5 MHz je možno na přijímačích 1. třídy přijímat rozhlasový signál přenášený na subnosné 7,0 MHz. To znamená, že v řídicím vysílání je možno obrazový signál sdružit se dvěma subnosnými, jedna 6,5 MHz kmitočtově modulovaná zvukovým doprovodem obrazového signálu a druhá 7,0 MHz kmitočtově modulovaná rozhlasovým signálem.

Přenos z řídicího vysílání k družici se uskutečňuje v pásmu 6 GHz. Řídicí vysílání soustavy Ekran má výkon 5 kW a používá parabolickou anténu o průměru 12 m. Kmitočtově modulovaný signál se přenáší v pásmu 6200 MHz  $\pm$  12 MHz. Přijatý signál se zpracovává

tová modulace konvertuje na VSB-AM modulaci.

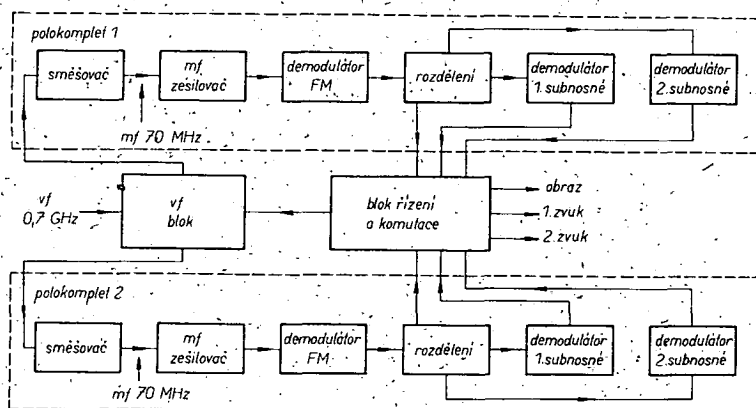
Blukové schéma přijímacího zařízení 1. třídy je na obr. 19. Signál z antény přichází na vstup vysokofrekvenčního bloku, který se skládá z vysokofrekvenčního nízkosumového zesilovače, pásmového filtru a diodového přepínače. Zařízení automatického přepínání zajišťuje přepínání mezi dvěma polokomplety, čímž je zajištěna stoprocentní rezerva. Přepínací zařízení přepíná současně vstupy a výstupy obrazového signálu, zvukového doprovodu a rozhlasového vysílání. Každý polokomplet začíná směšovačem, na jehož výstupu má být signál kmitočtu 70 MHz. Po jeho zesílení následuje kmitočtový demodulátor. Za ním se obrazový signál odděluje od subnosných zvuku. Subnosné zvuky se demodulují v kmitočtových demodulátorech zvukového signálu. Přijímací zařízení 1. třídy je ve formě stojanu o rozměrech 340 mm  $\times$  700 mm  $\times$  1390 mm a má hmotnost 60 kg.

Blukové schéma přijímacího zařízení 2. třídy je znázorněno na obr. 20. Signál z antény přichází na nízkosumový tranzistorový vysokofrekvenční zesilovač analogický zesilovači v zařízení 1. třídy. Ve směšovači se signál směšuje ze 700 MHz do mezifrekvenčního pásma 70 MHz. Dále se signál zesiluje, omezuje a demoduluje. Na výstupu kmitočtového demodulátoru je obrazový signál a kmitočtově modulovaná subnosná zvukovým doprovodem signálem. Demodulovaný signál se přivádí do remodulátoru. Na výstupu remodulátoru je standardní signál jako v zemské televizní síti, to znamená VSB-AM na nosné obrazu a zvukový signál kmitočtově modulující nosnou posunutou od nosné obrazu o 6,5 MHz. Princip remodulace je v podstatě shodný s principem remodulace, který byl uveden na obr. 17 a obr. 18 v souvislosti s výkladem o přijímačích zařízení rozhlasové družicové služby v pásmu 12 GHz.

Parametry kmitočtové modulace jsou voleny tak, že při signálu na vstupu přijímacího zařízení 1. třídy 45  $\mu$ V je psfometricky vyhodnocený poměr signál/šum (S/N) v obrazovém kanálu minimálně 55 dB a v kanálu zvukového doprovodu obrazového signálu minimálně 54 dB. Při signálu na vstupu přijímacího zařízení 2. třídy 20  $\mu$ V je psfometricky vyhodnocený poměr signál/šum (S/N) v obrazovém kanálu minimálně 48 dB a v kanálu zvukového doprovodu obrazového signálu minimálně 48 dB. Na výstupu přijímacího zařízení 1. třídy je v obrazovém kanálu signál 1 V<sub>ss</sub> na impedanci 75 ohmů a ve zvukovém kanálu 0,775 V<sub>ss</sub> na odporu 600  $\Omega$ . Na výstupu přijímacího zařízení 2. třídy je remodulovaný signál minimálně 40 mV na 75  $\Omega$  při poměru výkonu nosných obrazu a zvuku 10:1.

### Soustava Moskva

Soustava družicové televize Ekran se velmi dobře osvědčuje. Její použitelnost je však omezena na obsluhovanou oblast, jejíž rozsah je dán podmínkou, aby nedocházelo k rušení zemského televizního vysílání v sousedních zemích. Proto soustava Ekran nemohla být rozšířena na celý Dálný Východ SSSR, Kamčatku a Čukotku a na evropskou část SSSR. Pro distribuci televizního signálu do těchto oblastí je určena soustava družicové televize Moskva, která pracuje na sestupné dráze



Obr. 19. Blukové schéma přijímače 1. třídy soustavy Ekran

ho Severu a částečně Dálného Východu. V uvedených oblastech žije 20 milionů obyvatel, z nichž 7,5 milionů nemělo dříve možnost příjmu televizního signálu. Je to soustava, jejíž využití je ekonomické pro přenos televizního signálu i do míst, kde žije jen několik tisíc obyvatel, protože je použito poměrně levných přijímacích zařízení. S tím samozřejmě souvisí potřeba poměrně velkého výkonu na družici. Soustava Ekran nemohla být situována do pásma 11,7 GHz až 12,5 GHz, protože WARC BS 77 se uskutečnila až později. Kromě toho technika v pásmu 12 GHz nebyla v době přípravy soustavy dostatečně osvojena.

Soustava Ekran používá kmitočtové pásmo 0,7 GHz, což je kmitočtové pásmo využívané v zemských televizních sítích. V SSSR bylo možno vybrat několik kanálů tohoto pásma pro využití v soustavě Ekran, dosáhnout v obsluhované oblasti dostatečnou hustotu výkonového toku a při tom na základě prostorové izolace zajistit normy na přístupnou největší hustotu výkonového toku na území sousedních států. Pásmo 0,7 GHz má výhodu možnosti jednoduché a levné konstrukce přijímacího zařízení. Používají se anténní systémy složené z jednotek typu „vlnový kanál“ s malým odporem větru a poměrně vysokým ziskem a levné tranzistorové vstupní zesilovače s nimiž je možno dosáhnout šumové teploty vlastního přijímače asi 600 K. Pro soustavu byla zvolena kmitočtová modulace, která usnadňuje řešení problému elektromagnetické sloučitelnosti se zemským televizním vysíláním.

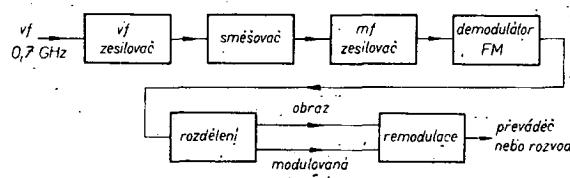
Energetická bilance v soustavě Ekran při použití přijímačů 1. a 2. třídy je v tabulce 8. Dva typy přijímačů se v podstatě liší zisky anténních systémů. Jak patrné, je i při použití přijímače 2. třídy při započítání dodatečné ztráty a korekce na okraj obsluhované oblasti

vá a zesiluje na výkon 200 W na vstupu vysílání antény družice. Signál je z družice vyslán s kruhovou pravotočivou polarizací v pásmu 714 MHz  $\pm$  12 MHz, to je v pásmu 52. až 54. televizního kanálu. Signál z družice je přijímán přijímačím zařízením 1. nebo 2. třídy.

Přijímací zařízení 1. třídy je určeno pro předávání televizního signálu s vysokou kvalitou do místního televizního střediska a pro výkonové televizní převaděče. Anténní systém přijímače 1. třídy je složen ze 32 anténních jednotek typu „vlnový kanál“. Každá jednotka má aktivní element, reflektor a okolo 30 zkřížených direktorů, aby mohla být přijímána kruhově polarizovaná vlna. Přijímací zařízení 1. třídy zajišťuje příjem, kmitočtovou demodulaci a rozdělení obrazového a zvukového signálu.

Přijímací zařízení 2. třídy je určeno pro zásobování televizním signálem televizních převaděčů s malým výkonem a televizních kabelových rozvodů. Skládá se ze zjednodušeného anténního systému ze čtyř jednotek typu „vlnový kanál“, které jsou analogické jednotkám anténního systému přijímacího zařízení 1. třídy a z přijímacího zařízení o malých rozměrech. V přijímacím zařízení 2. třídy se signál převádí z pásma 714 MHz  $\pm$  12 MHz na jeden z prvních kanálů metrového pásma a kmitoč-

Obr. 20. Blukové schéma přijímače 2. třídy soustavy Ekran



v kmitočtovém pásmu 4 GHz. V kmitočtovém pásmu 4 GHz však pracují i jiné služby, mezi nimi radioreléové spoje. Aby nedocházelo k rušení těchto služeb, je nezbytné dosáhnout pro malé úhly dopadu signálu na povrch Země (elevační úhly menší než 5°), malé hustoty výkonového toku na 4 kHz pásma. To je řešeno v soustavě Moskva použitím efektivního systému disperze energie. Přijímací zařízení systému Moskva používají poměrně malé parabolické antény o průměru 2,5 m bez zařízení pro automatické sledování družice a na vstupu nechlazené parametrické zesilovače. Přijímací zařízení soustavy Moskva je vhodné pro instalaci v libovolné části SSSR, počítaje v to evropskou část SSSR, Dálný Východ bez toho, že by nastávalo nebezpečí rušení zemských služeb.

Soustava Moskva pracuje pomocí speciálního stvolu mnohostvolové mnohofunkční družice Horizont, který má v souladu s požadavky distribuční sítě větší výkon a pracuje do úzce směřované antény, odpovídající obsluhované oblasti. V oblasti obsluhované jednou družicí jsou 2 až 3 hodinové pásy. To dává možnost televizním divákům dostávat nejzajímavější přenosy ve vhodný divácký čas. Energetická bilance v soustavě družicové televize Moskva je v tabulce 9.

Rídicí vysílač soustavy Moskva je analogický vysílač soustavy Ekran. Jsou však použity jiné pomocné nosné zvukové doprovodů obrazového signálu a rozhlasového signálu a zavádí se signál disperze energie. Signál z družice se přijímá v pásmu 4 GHz přijímacím zařízením soustavy Moskva a dále postupuje na televizní vysílač s výkonem 1 W, 10 W nebo 100 W, který vysílá signál pro televizní diváky. Je také zajištěno, aby přijímač soustavy Moskva mohl napájet distribuční televizní kabelový rozvod. Signál rozhlasového vysílání se může předávat do VKV FM vysílače.

Blokové schéma přijímacího zařízení soustavy Moskva je na obr. 21. Za anténou o průměru 2,5 m je nízkofrekvenční parametrický zesilovač, dále blok směšovače s místním oscilátorem, televizní blok, který obsahuje mezifrekvenční zesilovač, kmitočtový demodulátor a videozesilovač. Za kmitočtovým demodulátorem je filtr subnosných za nímž jsou dva zvukové bloky. Tyto bloky obsahují kmitočtový demodulátor zvuku a nízkofrekvenční zesilovač. Součástí přijímacího zařízení jsou

Tab. 9. Energetická bilance v soustavě Moskva

Parametr		Velikost
(EIRP)	dBW	43
$L_o$	dB	-198
$G_o$	dB	37,5
$C$	dBW	-117,5
$T$	K	200
$B_{vt}$	MHz	37
$N$	dBW	-129,9
(C/N)	dB	12,4

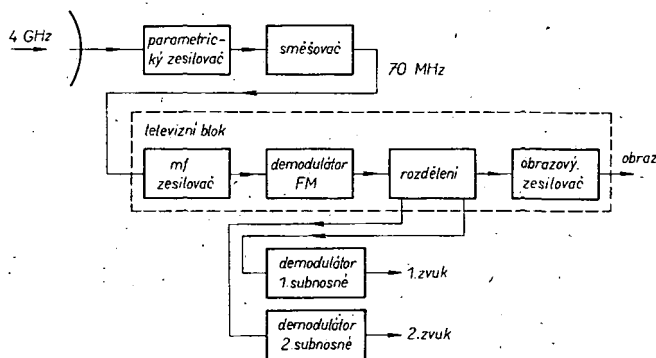
také obvody pro odstranění signálu disperze energie.

Zvukové subnosné jsou na kmitočtu 7,0 MHz a 7,5 MHz. Horní hraniční kmitočet ve zvukovém kanálu je 10 kHz. Obrazový signál je do 6 MHz. Parametry kmitočtové modulace jsou voleny tak, že poměr signál/šum (S/N) na výstupu obrazového kanálu je minimálně asi 53 dB a ve zvukovém kanálu minimálně 57 dB. Jedná se opět o hodnoty s uvažováním video-metrického a psfometrického filtru.

V závěru si ještě povšímneme problematiky vysílání rozhlasových signálů v soustavě

rozhlasové družiceové služby podle WARC BS 77. Některý z přidělených kanálů podle WARC BS 77 může příslušná země využít pro vysílání rozhlasových programů. V literatuře se objevuje více možných řešení.

Pravděpodobně bude hledáno takové řešení, které nebude vyžadovat příliš odlišné přijímací zařízení nebo nebude vyžadovat aspoň jinou vnější jednotku. Na jednom vysokofrekvenčním kanálu by bylo možno například na separátních nosných přenášet řadu rozhlasových programů v pásmu širokém 27 MHz. Vyžadovalo by to však velkou stabilitu oscilátorů přijímače. Zdá se proto přijatelnější jiné řešení. To by spočívalo na sdružení více zvukových pomocných nosných modulovaných zvukovými signály do základního pásma na principu kmitočtového dělení a pak by se kmitočtové modulovala nosná takto vytvořeným signálem. Pak by se mohla použít i v podstatě stejná vnitřní jednotka jako pro televizní příjem. Byla by však za prvním demodulátorem vybavena ještě rozdělovací zařízení jednotlivých zvukových subnosných a zvukovými demodu-



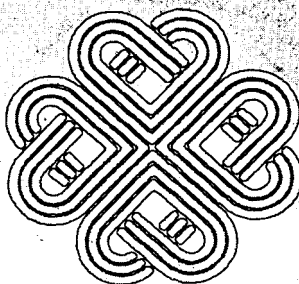
Obr. 21. Blokové schéma přijímače soustavy Moskva

latory. Při kmitočtovém dělení je možno použít kmitočtovou modulaci pomocných nosných vln. Přenos zvuku se uskutečňuje metodou FM/FM. Jiná možnost spočívá v digitálním zpracování zvukových signálů a jejich sdružení na principu časového dělení. Sdruženým signálem se pak moduluje nosná vlna. Modulace nosné může být PSK, jde tedy o způsob přenosu PCM/PSK. Z důvodů kvality přenosu rozhlasových programů a tendence k většímu používání digitální techniky je digitální přenos pravděpodobnější. Názory na přenos rozhlasových programů nejsou ustáleny.

- [8] Závěrečná akta Světové správní radiokomunikační konference o rozhlasových družicích. Ženeva 1977, UIT Ženeva.
- [9] NTG Fachberichte 81, Rundfunk-Satellitensysteme. VDE-Verlag GmbH Berlin-Offenbach, přednášky z konference od 19. do 21. října 1982 v Saarbrücken.
- [10] Wooster, C. B.: Direct broadcasting by satellite. Communication and broadcasting, svazek 8, č. 1, s. 27 - 33.

## Literatura

- [1] Radiokomunikační řád (příloha závěrečných aktů Světové správní radiokomunikační konference, Ženeva 1979). UIT: Ženeva 1980.
- [2] Martin, J.: Communications satellite systems. Prentice Hall: New York 1978.
- [3] UIT, doporučení CCIR, XIV. plenární zasedání Kyoto 1978, svazek IV, pevná služba využívající komunikačních družic. Ženeva 1978.
- [4] Charakteristiky sítě pevné družicové služby. Dokument CCIR, 4/286-E, 12. června 1981.
- [5] Ďurovič, S.: Rozhlasová družicová služba. NADAS: Praha 1980.
- [6] Kantor, L. Ja. a kol.: Sputnikovoje vješčanje. Radio i svjaz: Moskva 1981.
- [7] Sborník přednášek z celostátního semináře „Perspektivy rozhlasové družicové služby“ 8. a 9. října 1980. Dům techniky ČVTS Praha, 1980.



V současné době je na americkém trhu k dostání kompletní zařízení s parabolickou anténou, předzesilovačem, konverzním přijímačem přetavitelným přes sedesát kanálů i s připojným kabelem k televiznímu přijímači za 1795 dolarů (to je cena několiknásobně převyšující cenu nejmódnějšího přijímače barevné televize).

Rok 1983 -  
Světový rok komunikací

# Stereofonní přijímač pro místní i dálkový příjem

Ing. Jan Klbal

Článek popisuje kompletní návod na přijímač pro obě pásma VKV (CCIR i OIRT) doplněný ní napěťovými zesilovači a koncovými stupni. Konstrukční řešení v části je neobvyklé z toho důvodu, že přístroj neobsahuje žádnou vinutou cívku, ale potřebné indukčnosti jsou realizovány přímo na desce s plošnými spoji. Rovněž tak neobvykle je řešen i ní zesilovač, kde nebyly použity obvyklé korekční obvody pro oddělenou regulaci hlubokých a vysokých tónů, ale dva regulátory hlasitosti. První ovládá zisk dolní části ní kmitočtového pásma, druhý zisk horní části, což umožňuje uspokojivým způsobem nastavit vhodný průběh kmitočtové charakteristiky a tím i požadované zabarvení reprodukce. Jejich funkce bude podrobněji popsána později.

Deska s plošnými spoji je navržena tak, že umožňuje zájemci stavbu kompletního přijímače na jediné desce. V případě, že není ní díl požadovaný, lze z desky tuto část bez potíží odříznout a použít jen v ní díl.

Pro stereofonní rozhlasové vysílání se využívá pásma velmi krátkých vln (VKV) s kmitočtově modulovaným nosným signálem. Protože je příjem v pásmu VKV značně závislý na poloze přijímového místa – především na umístění antény – je důležité znát způsob a cesty, jimiž se signál vysílače dostává na přijímací anténu. Pro objasnění si dále uvedeme nejprve základní vlastnosti šíření elektromagnetických vln v metrovém pásmu VKV.

Při sledování vlastností šíření velmi krátkých vln rozlišujeme dvě hlavní příjmové oblasti. První je oblast přímé viditelnosti, tj. oblast, v níž lze vysílací i přijímací místo spojit v prostoru přímkou (jde tedy o oblast nad horizontem). V této oblasti ovlivňují přijímaný signál převážně vlastnosti přímého šíření elektromagnetické energie a odrazy od země a překážek. Druhou oblastí je oblast pod horizontem, v níž se uplatňují hlavní vlivy ohybu a refrakce vln. Horizontem se zde rozumí tzv. rádiový horizont, který je transformován do běžných přímkových optických vztahů při upravené velikosti zemského poloměru. Nutnost změnit pro teoretický výklad délku zemského poloměru je způsobena rozdílným indexem lomu vlivem nehomogenity atmosféry. Poloha rádiového horizontu je tedy závislá na okamžité meteorologické situaci mezi vysílačem a přijímačem.

Rádiový horizont se obvykle považuje za hranici maximálního spolehlivého příjmu signálů na VKV. Tím ovšem není řečeno, že ve větších vzdálenostech od vysílače není příjem možný. Vlivem atmosférické refrakce se energie elektromagnetických vln šíří i pod rádiový horizont. Je-li výkon vysílače značný, může být i v oblastech pod horizontem přijatelný signál, zaručující dobrý příjem na kvalitním přijímači. Je ovšem samozřejmé, že útlum se zde zvětšuje mnohem rychleji se vzdáleností od vysílače, než v oblasti nad rádiovým horizontem.

Za běžných meteorologických podmínek se elektromagnetické vlnění šíří za obzor.

Rozptylem a odrazem v troposféře, lomem v dolních vrstvách atmosféry a odrazem od mimořádné vrstvy E. Dosáhne-li vrstva E dostatečné hustoty, může odrážet signály kmitočtů až do 100 MHz. V těchto případech je možný přenos signálů odrazem do vzdálenosti 600 až 2400 km. Tyto podmínky se vyskytují častěji blíže rovníku a mnohem méně směrem k zemskému pólu. V našich krajích se vyskytuje obvykle v horkých letních měsících. Intenzita pole při tomto odrazu bývá značná (až +40 dB proti běžnému rozptýlení). I velmi vzdálené stanice lze pak kvalitně přijímat v době od několika minut do několika hodin.

Při troposférickém rozptýlení má význam pouze teplotní (termická) turbulence, která vzniká neuspořádanými pohyby vzduchu, způsobenými především nerovnoměrným oteplováním zemského povrchu Sluncem. Při šíření troposférickým rozptýlením je důležitá intenzita turbulence a průměrná doba jejího trvání – velká turbulence, velké změny signálu. Ve vyvíjející se kupovité oblačnosti je turbulence značná. V denním chodu začíná termická turbulence v dopoledních hodinách v přízemní vrstvě po jejím prohřátí Sluncem. Postupně sílí a maxima dosahuje v odpoledních hodinách. Při západu začíná od Země slábnout a po západu Slunce obvykle zaniká. V průběhu roku je výskyt termické turbulence nejčastější a nejmohutnější na jaře a v létě, na podzim a v zimě je jak její četnost, tak také intenzita velmi malá. Termická turbulence je intenzivnější nad kopcovitým terénem, než nad rovnou zemí.

V místě příjmu, jehož blízké okolí má větší nadmořskou výšku, se procento rozptýlového šíření na celkovém přijímaném signálu zvětšuje. Kupovitá oblačnost, bouřky a přehánky svědčí o labilitě ovzduší a tedy o větší četnosti úniku

Přijímač byl v redakci postaven, předběžně naladěný a v podobě, jak je vyobrazen na přední straně této „Přílohy AR“ srovnáván se špičkovým tunerem GRUNDIG. V citlivosti (především v pásmu CCIR) se oba přístroje od sebe prakticky nikterak nelišily, například šum při příjmu stereofonního pořadu vysílače Österreich 3 (Kahlenberg) byl u obou přístrojů stejný (příjmové podmínky v den srovnání nebyly nejprázdnější). Jediným drobným nedostatkem zkoušeného přístroje bylo poněkud obtížnější naladění slabších vysílačů, kde bylo nutno vyhledat co nejpřesnější střed optimálního naladění. Je to dáno tím, že konstrukce ladicího převodu je velmi jednoduchá, ladicí knoflík je přímo na hřídeli ladicího potenciometru. Protože lze bez obtíží ladicí potenciometr instalovat i mimo desku plošných spojů a propojit jej dráty, je vhodné upravit převod ladění tak, aby odpovídal trimr třem až pěti otáčkám ladicího knoflíku pro přechod z jedné krajní polohy stupnice do druhé.

v příjmu. Zmenšující se dohlednost svědčí naopak o malé turbulenci a tím i o ustáleném signálu na vstupu přijímače.

Pro šíření VKV má však daleko větší význam opačný případ popsaného stavu atmosféry, totiž naprosto stabilita ovzduší, která se projevuje tvořením optimálních podmínek pro vznik atmosférického lomu a tím i příjmových podmínek trvalejšího rázu.

Za stálých meteorologických podmínek, tj. v klidném vzduchu, při běžném průběhu teploty, tlaku a vlhkosti ve středních zeměpisných šířkách, lze průměrný stav atmosféry charakterizovat pojmem „standardní atmosféra“. Dojde-li pak v určité vrstvě atmosféry ke změně velikosti některé z uvedených veličin, dojde ke změně indexu lomu této vrstvy. Důsledkem těchto jevů jsou značné změněné podmínky šíření velmi krátkých vln.

Atmosférický lom je charakterizován třemi základními stavy, a to záporným, nulovým a kladným. Záporný atmosférický lom vzniká, zvětšuje-li se index lomu s výškou. Efektivní poloměr Země je tedy menší než skutečný. Z tohoto stavu dolních vrstev atmosféry se velmi krátké vlny vychylují směrem nahoru, oddalují se od zemského povrchu a dosažitelná vzdálenost příjmu signálu se zmenšuje.

Při nulovém atmosférickém lomu je efektivní poloměr země shodný se skutečným a dráha vln je přímočará.

Kladný atmosférický lom je pro dálkový příjem nejvýhodnější. Nastává tehdy, přejde-li gradient indexu lomu do záporných velikostí, efektivní poloměr Země se zvětšuje a může nabýt až takové velikosti, kdy je zakřivení paprsku elektromagnetické vlny takové, že vlna probíhá rovnoběžně s povrchem Země. Poloměr zakřivení paprsku je shodný s poloměrem Země a paprsek zachovává nezměněnou výšku nad zemí. Pro tento tzv. kritický lom je charakteristická náhlá změna některé meteorologické veličiny v závislosti na její výšce v celé oblasti mezi vysílačem a přijíma-

čím. Vlivem této náhlé změny vzniká v určité výšce rozhraní vzduchových vrstev o různém indexu lomu, způsobené rozdílnou teplotou vrstev, tzv. teplotní inverzí. Popsaný stav může trvat několik hodin.

Existuje ovšem ještě řada dalších, většinou však krátkodobě působících vlivů na šíření VKV, které však z hlediska dobrého příjmu rozhlasového vysílání nemají praktický význam.

Při příjmu stereofonního vysílání se požadavky na kvalitu přijímaného signálu podstatně zpřísňují vzhledem k požadavkům na monofonní příjem. Je to jednak potřebná podstatně větší intenzita signálu na vstupu přijímače (několik setkrát vyšší než pro mono) a jednak tzv. fázová věrnost tohoto signálu. U úplného zakódovaného stereofonního signálu (ZSS) obsahujícího pilotní kmitočet, a signály pravého kanálu které modulují záporné půlvlny a levého kanálu modulujícího kladné půlvlny ZSS, musí být zachována fázová věrnost, aby nedocházelo k vzájemnému prolínání kladných a záporných půlvln a tím k přeslechům v kanálech. V případě, že na anténu přijímače nepřichází od vysíláče pouze jeden (přímý) signál, ale také signály odražené od různých překážek či teplotního vrstvení atmosféry, a tedy časově a tím i fázově posunuté, zvyšuje se míra přeslechů. V některých případech může stereofonní efekt úplně vymizet. Dobrý příjem je proto závislý především na příjmu kvalitního signálu, který lze získat pouze kvalitním anténním systémem.

### Vf a demodulační obvody přijímače

Ze spektra kmitočtů signálů, které přicházejí z antény na vstupní selektivní obvody přijímače, je vyladen signál určitého kmitočtu, ten je vysokofrekvenčně zesílen a ve směšovači smísen s kmitočtem pomocného oscilátoru. Vznikne přitom řada směšovacích produktů harmonických s oběma kmitočty a signál o součtovém a rozdílovém kmitočtu. Za směšovačem následuje selektivní mf zesilovač naladěný na signál rozdílového kmitočtu, ten se zesílí a přivede do limitujícího zesilovače – omezovače. V omezovači se signál amplitudově omezí a vede se do demodulátoru, odkud již vychází jako nízkofrekvenční, případně úplný stereofonní signál.

Zesílení vf stupňů včetně mezifrekvenčního zesilovače musí být tak velké, aby byl omezovač plně v činnosti již při vstupním napětí, které odpovídá vstupní citlivosti přijímače. Není-li tomu tak, projeví se to zvětšenou úrovní šumu a poruch v příjmu slabších stanic. Je-li naopak zesílení vf stupňů větší, nepřinese to žádnou výhodu, pouze se zvětší šum mezi stanicemi při přeladování a přibudou starosti a problémy se zachováním stability celého zesilovače. Při vstupní citlivosti přijímače řádu jednotek mikrovoltů a požadovaném nf výstupním napětí z demodulátoru 50 až 100 mV je potřebné napěťové zesílení obvodů v rozmezí 80 až 100 dB. Protože zisk vstupní jednotky je zhruba 6 až 26 dB, je potřebný napěťový zisk mf zesilovače 60 až 80 dB.

Signál zachycený anténou a přivedený svodem na vstupní svorky přijímače musí být co nejvěrněji a pokud možno beze ztrát předán vstupním obvody prvnímu zesilovacímu stupni vstupní jednotky. Kvalita vstupních obvodů a jejich správné přizpůsobení k anténnímu svodu má při příjmu slabého signálu rozhodující vliv jak na velikost zpracovávaného signálu,

tak i na jeho zkreslení. Optimálního přenosu vf energie se dosáhne pouze tehdy, je-li impedance vstupního obvodu rovna impedanci anténního svodu, impedančně shodného s anténou. Jedině tak je výkon přenesený z antény roven čtvrtině výkonu na anténě naprázdno. Ve všech ostatních případech je přenesený výkon menší.

Vstupní obvody lze zapojit buď jako širokopásmové, nebo jako úzkopásmové. Širokopásmové obvody mají sice pro vstupní napětí menší útlum (3 až 4 dB), zato však značně zhoršují selektivitu a zvětšují tím nebezpečí pronikání rušivých signálů do dalších obvodů. Úzkopásmové laděné obvody toto pronikání nežádoucích signálů podstatně omezují, mají však větší útlum, asi 10 dB i více (podle šířky propouštěného pásma).

Mezifrekvenční zesilovač určuje tvar a šířku přenášeného pásma i ostatní přenosové parametry, dále selektivitu a potlačení rušivého příjmu ze sousedních vysílacích kanálů a podílí se převážnou měrou na celkovém zesílení signálu před demodulátorem. Vhodnou volbou mf kmitočtu lze vytvořit optimální podmínky pro činnost obvodů a zesilovacích prvků, tj. realizovat požadovanou selektivitu a útlumovou charakteristiku s minimálním počtem zesilovacích prvků.

Napěťové zesílení v propustném pásmu je určeno celkovým zesílením zesilovače a útlumem použitých selektivních obvodů. Mezifrekvenční zesilovač je tedy zesilovač selektivní.

Integrované mf zesilovače jsou širokopásmové. Aby se dosáhlo potřebné selektivity, je dané kmitočtové pásmo třeba omezit před vstupem do tohoto širokopásmového zesilovače zařazením vhodných laděných kmitočtových filtrů s velkou strmostí útlumové charakteristiky, minimálním zkreslením průběhu vf napětí i fáze přenášeného signálu.

Relativně nové a ve světě již značně rozšířené kmitočtové propusti jsou keramické monolitické filtry. Tento filtr je rozměrově velmi malá součástka s charakteristickými parametry, odpovídajícími parametrům rozměrově mnohem většího obvodu se soustředěnou selektivitou, sestaveného z klasických obvodů LC.

Monolitických keramických filtrů lze využívat zhruba do kmitočtů kolem 15 MHz. Pro vyšší kmitočty je totiž potřebná tloušťka destičky menší než 0,1 mm, což je při velké křehkosti keramiky velmi nevýhodné. Ve světě se vyrábí již několik let monolitické keramické filtry, určené pro mezifrekvenční zesilovače. Základní přenosový článek filtrů, vyráběných touto formou, je realizován na čtvercové piezoelektrické destičce o rozměrech 6×6 mm a tloušťce, odpovídající střednímu kmitočtu filtru. Vývody jsou připájeny na okrajích destičky v neaktivní oblasti a celá destička je zalita elastickou lakovou vrstvičkou, která vylučuje mechanické tlumení článku zalévací pryskyřicí, kterou je celá destička i s místy kolem vývodů zalita a tím chráněna proti vnějším nepříznivým vlivům.

Pro zapojení několika základních filtrů za sebou tak, jak to dělá výrobce, je třeba zajistit řadu shodných vlastností jednotlivých filtrů. Amatérské spojení několika i třeba pouze dvou těchto filtrů za sebou v mezifrekvenčním zesilovači pro příjem stereofonního signálu je méně vhodné, neboť nejen že nelze vzájemně přesně impedančně přizpůsobit filtry mezi sebou, ale také nelze zajistit, aby byl i u stejné barevně značených filtrů (po jejich složení) průběh fázové charakteristiky dostatečně lineární.

Spojením filtrů lze pouze dosáhnout dobrého kmitočtového průběhu útlumo-

vé charakteristiky, což ovšem pro vyhovující přenos stereofonního signálu nestačí. Částečně lze tento stav zlepšit zapojením zesilovacího stupně mezi filtry tak, aby vstupy i výstupy filtrů byly dokonale přizpůsobeny. V opačném případě se musíme spokojit s větší mírou přeslechů mezi kanály.

Při stereofonním příjmu, kdy musí být přenášené vf kmitočtové pásmo podstatně širší, než při monofonním signálu, je obzvláště nutné, aby byla splněna podmínka časové shody délky zpoždění signálu všech přenášených kmitočtů. Není-li tomu tak, pak je reprodukce nejen zkreslená, ale může být i zcela potlačen stereofonní jev. To vyplývá z podstaty vysílání stereofonního signálu – součtový signál levého a pravého kanálu (L+P) a jejich rozdílový signál (L-P) se přenáší tak, že součtovým je modulován signál nosného kmitočtu přímo, tedy jako monofonní signál do 14 kHz, rozdílový signál je kmitočtově posunut tak, že nejvyšší hranice modulačního kmitočtu je 53 kHz. Přenáší-li zesilovač signály těchto kmitočtů s jiným časovým zpožděním, než signál součtového kanálu, vzniká po jejich sloučení ve stereofonním dekodéru signál, který není věrným obrazem vysílané stereofonní informace. Při extrémně nelineárním průběhu časového zpoždění se výsledný akustický projev blíží úkazu, který je známý při přepólování reproduktoru na výstupu jednoho z obou kanálů při monofonní reprodukci.

### Činnost obvodů přijímače

Celý přijímač od anténního vstupu až po výstup na reproduktor je řešen na jedné desce s plošnými spoji. Zapojení přijímače na obr. 1 patří k tomu nejjednoduššímu, co lze v této kategorii přijímačů nalézt. Má pouze ty obvody, které jsou pro vyhovující funkci stereofonního přijímače bezpodmínečně nutné – přesto je jeho zapojení poměrně složité. Přijímač je řešen tak, aby jeho zhotovení i nastavení bylo co nejjednodušší. Všechny cívky jsou proto řešeny plošně přímo na desce se spoji, takže i jejich zhotovení a nastavení odpadá.

Signál z antény-dipólu 75Ω nebo 300 Ω – přichází na vstupní anténní svorky 1, 2 nebo 2, 3 a odtud přes oddělovací kondenzátory C1 a C1' na anténní plošnou cívku L1. Oba oddělovací kondenzátory omezují vstup rušivých signálů zejména z oblasti krátkých vln na vstupní obvody přijímače. V případě výskytu rušivých signálů je možno snížit jejich hodnotu až na 4,7 pF. Protože je přijímač přeladitelný přes obě pásma VKV, je třeba také věnovat pozornost použité anténě, případně použít dvě antény. Z celé směsice signálů přicházejících na cívku L1 si obvod cívky L2, vázaný indukčně na cívku L1 a laděný varikapem D1, vybere signál žádaného vysíláče, který se přes vazební kondenzátor C3 přivede na bázi vstupního předzesilovacího tranzistoru T1. Kondenzátor C4 v obvodu L2, D1 odděluje stejnosměrné kladné ladící napětí, přiváděné na katodu varikapu přes rezistor R25, od vf napětí. R25 zamezuje průniku vf napětí do rozvodu stejnosměrného ladícího napětí. Případné zbytky vf napětí, stejně jako nakmitaná jiná např. brumová napětí, jsou svedena kondenzátorem C14 na zem.

Kapacity blokových kondenzátorů C4 a C14 musí být voleny tak, aby s odporem rezistoru R25 vytvářely co nejmenší konstantu AC. Rezistory R1 a R2 v obvodu napájení báze T1 stejnosměrně stabilizují pracovní bod tohoto tranzistoru. Rezistor



R3 v jeho kolektoru, stejně jako R4 v emitoru jsou pracovní. Emitor T1 je vysokofrekvenčně blokován kondenzátorem C5 s tak velkou kapacitou, aby na něm nevznikala záporná zpětná vazba, která by zmenšovala zesílení tohoto stupně. Vyladěný a zesílený signál přichází přes vazební a oddělovací kondenzátor C6 (odděluje kladné napětí kolektoru od země na laděný obvod L3, D2. Prvky laděného obvodu C9 a R28 mají stejnou funkci jako podobné součástky ve vstupním obvodu. Vstupní laděný obvod směšovače (cívka L4) je kapacitně vázán kondenzátorem C7 na výstupní cívku L3 předzesilovače. Takto vázaný obvod zajišťuje větší selektivitu, než obvod s přímou vazbou pouze s jednou cívkou, což je z hlediska dosažení kvalitního signálu velmi důležité. Vazba

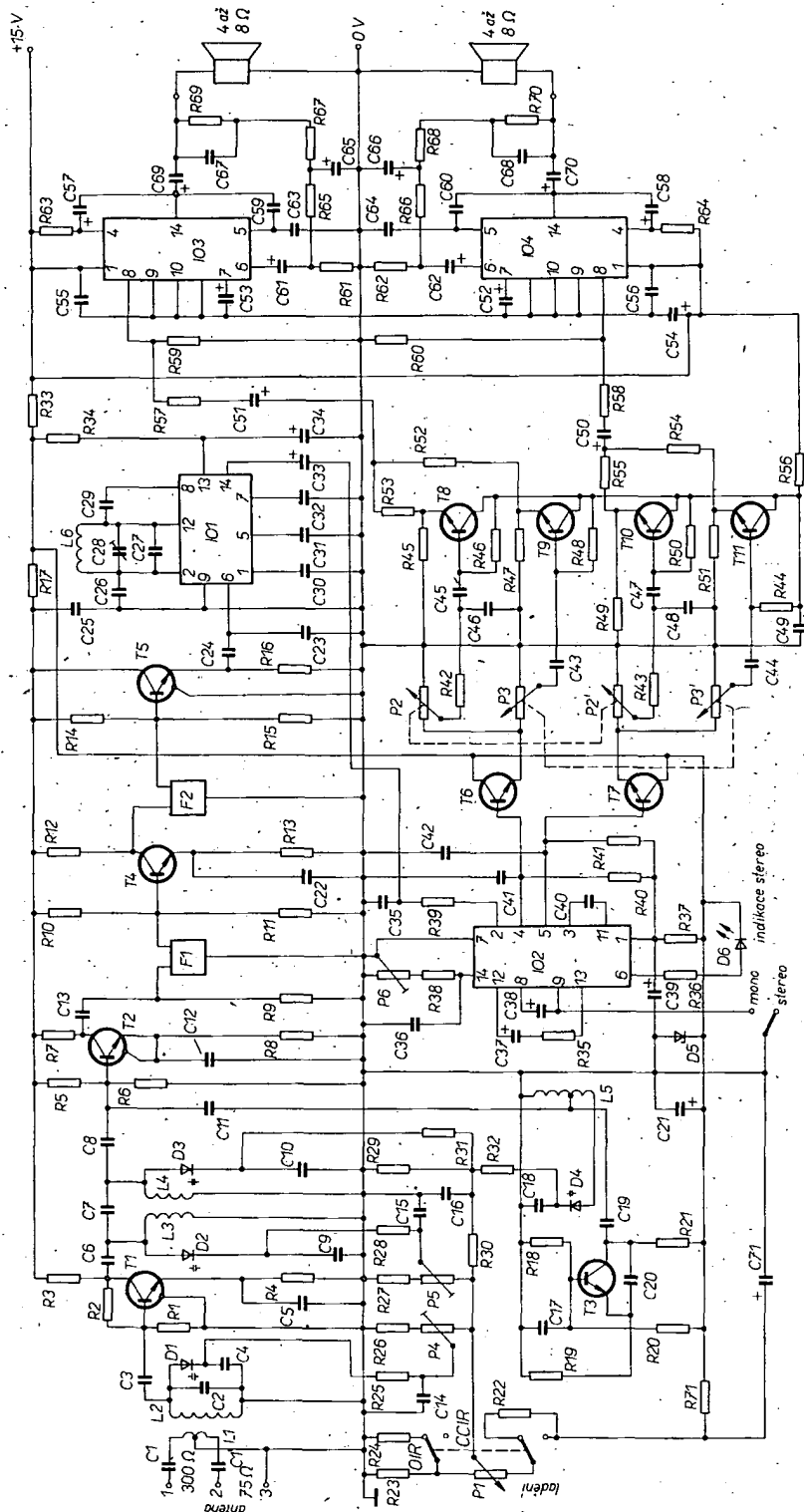
malou kapacitou má však menší energetický přenos. Kapacita vazebního kondenzátoru je velmi kritická a pohybuje se v rozmezí od 1,8 do 6 pF. Při menších kapacitách se projevuje značný útlum signálu, ale jeho přenos je rovnoměrnější, při větších kapacitách přechází vazba mezi oběma obvody LC v nadkritickou a při ladění se objeví dva vrcholy téhož přijímaného signálu. Optimální kapacita se pohybuje mezi 2,7 pF až 3,3 pF. Jednotlivé prvky laděného směšovacího obvodu mají stejnou funkci jako v obvodu předzesilovače, potenciometrem P5 (stejně jako P4) nastavujeme oba laděné obvody do rezonance na jednom vyladěném kmitočtu (podrobněji v kapitole nastavení přijímače). Vyladěný signál přijímané stanice se přivádí přes kondenzátor C8 na bázi tranzistoru T2, který pracuje jako směšovač. Kapacita kondenzátoru C8 stejně jako kondenzátorů C3 a C6 v obvodu předzesilovače nebyla volena náhodně. Každý kondenzátor, jak známo, představuje pro střídavé napětí určitý odpor daný vztahem  $1/\omega C$ . Čím má při daném kmitočtu kondenzátor menší kapacitu, tím je i tento „zdánlivý“ odpor větší, tedy i přenášené signálové napětí bude menší. Vstupní impedance tranzistoru na kmitočtech kolem 100 MHz je pouze desítky ohmů. Připojíme-li laděný obvod k bázi tranzistoru přes malý odpor, bude laděný obvod silně tlumen malou vstupní impedancí tranzistoru a jeho selektivita i nakmitané napětí budou velmi malé. Použijeme-li vazební kondenzátor s velkým „zdánlivým“ odporem, bude sice nakmitané napětí na obvodu velké, ale přes tento odpor se na tranzistor dostane jen nepatrná část tohoto napětí. Jak je vidět, je třeba volit určitý kompromis tak, aby bylo dosaženo dobré selektivity a aby také napětí na bázi tranzistoru bylo dostatečně velké. Protože výstupní impedance tranzistoru je podstatně větší než impedance vstupní, může být i kapacita vazebního kondenzátoru C6 větší bez nebezpečí většího ztlumení laděného výstupního obvodu s cívkou L3.

Protože vstupní jednotka musí být schopna přijímat nejen slabší signály vzdálenějších vysílačů pásma CCIR, ale musí také dobře zpracovávat některé signály místních stanic, je použit samostatný tranzistor v obvodu oscilátoru, aby nedocházelo ke strhávání kmitočtu oscilátoru silným přijímaným signálem. Toto zapojení má také podstatně větší kmitočtovou stabilitu ve srovnání s kmitajícím směšovačem, což se příznivěji projeví při příjmu slabších stanic.

Se signálem vyladěné stanice přichází na bázi směšovacího tranzistoru T2 také signál oscilátoru (přes kondenzátor C11). Obvod oscilátoru tvoří tranzistor T3, rezistory R18 až R21, kondenzátory C17 až C20 společně s laděným obvodem oscilátoru s plošnou cívkou L5 a varikapem D4. O funkci rezistoru R32 a kondenzátoru C18 v laděném obvodu jsme si již řekli.

Rezistor R32 v obvodu ladícího napětí je na toto napětí připojen přes odporový dělič, složený z rezistorů R29 a R30. K tomuto děliči je rovněž připojen rezistor R31 ze směšovacího obvodu. Dělič napětí zmenšuje přiváděné ladící napětí  $U_L$  zhruba o 10 % a to proto, aby doladovací odporové trimry vstupního a výstupního obvodu předzesilovače měly určitou napěťovou rezervu pro přesné naladění obou obvodů v horní části laděného pásma.

Oscilátor pracuje v tzv. Colpittsově zapojení (tranzistor se společnou bází, báze vř. uzemněna přes kondenzátor C17). Rozkmitání obvodu se dosahuje natočením fáze signálu mezi kolektorem a emitorem vhodně volenou kapacitou kondenzátoru C20, který společně s pracovními rezistory a kondenzátorem C19 určuje jak potřebnou velikost oscilátorového napětí, tak také obsah nežádoucích harmonických složek. Kapacitu tohoto kondenzátoru je proto třeba volit tak, aby harmonický obsah byl co nejmenší a požadované napětí bylo při tom dostatečné pro správnou činnost směšovače. Při přeladování, které je v daném případě velmi značné, nesmí oscilátor „vysazovat“ a výstupní vř. napětí se nesmí příliš měnit. Oscilátor je laděn tak, aby kmital na kmitočtu vyšším o mezifrekvenční kmitočet vzhledem ke kmitočtu přijímanému, aby signály zrcadlových kmitočtů spadaly do vyšších pásem, pro něž je propustnost vstupních obvodů horší. Potřebné výstupní napětí z oscilátoru na bázi směšovače



Obr. 1. Zapojení celého přijímače

se, nastaví volbou kapacity kondenzátoru C11.

Pracovními rezistory R5 až R8 nastavíme proud směšovacího tranzistoru T2 asi 1,5 mA, proud tranzistoru oscilátoru T3 asi 2 mA a vstupního tranzistoru T1 asi 0,8 mA. Na pracovním rezistoru R7 v obvodu kolektoru směšovacího tranzistoru se objeví řada směšovacích produktů vzniklých smíšením vstupního signálu s kmitočtem oscilátoru. Signály všech těchto kmitočtů se přivádějí do kmitočtového filtru F1 přes vazební kondenzátor C13.

Obvody s tranzistory T1, T2 a T3, které jsme doposud probrali, jsou obvody vstupní jednotky, která má za úkol vybrat ze směsice signálů, přicházejících na její vstupní obvody z antény, signál žádaného vyladěného vysílače, a ten převést na signál o nižším, mezifrekvenčním kmitočtu, který lze snáze selektivně zesílit a dále zpracovat v mezifrekvenčním zesilovači. Vstupním obvodem tohoto zesilovače je právě filtr F1, který do zesilovačích obvodů propustí pouze signál o kmitočtu, na který je naladěný. Místo dříve používaných laděných obvodů LC je použit keramický filtr. Optimální průběh kmitočtové charakteristiky tohoto filtru je dán, kromě jeho vnitřních vlastností, také jeho tlumením vnějším odporem. Výstupní zátěž filtru tvoří vstupní impedance tranzistoru T4, vstupní je určena odporem rezistoru R9. Čím je tlumení filtru tímto rezistorem menší (větší odpor), tím je průběh přenosové charakteristiky méně rovný, ale tlumení signálu menší. Vzdělá však také úroveň šumu a míra přeslechů při stereofonním příjmu. Při malých odporech rezistoru R9 přestává filtr signály propouštět. Pro dobrou činnost filtru lze použít R9 o odporu 270 až 500  $\Omega$ .

Rezistor R12 v kolektoru tranzistoru T4 je jednak pracovním odporem tohoto tranzistoru a jednak tlumí vstupní obvod filtru F2, pro který platí totéž, co pro předchozí filtr. Tranzistor T5 je zapojen jako emitorový sledovač. Toto zapojení bylo voleno úmyslně proto, aby bylo možno zajistit velmi malou impedanci na vstupu integrovaného obvodu MAA661. U MAA661 je totiž známo, že již při vstupní impedanci několik stovek ohmů se do přívodů indukují různé vý signály vysílačů AM, které působí rušivě při příjmu. Při větší vstupní impedanci je navíc celý obvod silně náchylný k nakmitávání, což se projevuje velmi úzkým a ostrým laděním stanic, nestabilitou, citlivostí na přiblížení ruky, značně proměnným zesílením, zkreslením signálu aj. Použije-li se při nastavování polyskop, lze na obrazovce pozorovat na demodulační křivce S ještě zákmit v podobě další velmi úzké a značně nestabilní S křivky. Kapacitní dělič zapojený v emitoru T5 představuje na vstupu do IO impedanci řádu desítek ohmů proti zemi, což je více než dostatečně „tvrdý“ zdroj signálu a celý obvod je dokonce stabilní. Mezifrekvenční signál o kmitočtu 10,7 MHz přichází z kapacitního děliče přes vývod 6 IO na vstup třístupňového diferenčního zesilovače v IO1. Zisk tohoto zesilovače je 60 dB, při dostatečně silném vstupním signálu zesilovač dokonale souměrně omezí jeho amplitudu bez parazitních fázových posuvů. Napětí z výstupu diferenčního zesilovače postupuje na dva omezovací zesilovače v koincidenčním detektoru a to na jeden přímo, na druhý přes vnější fázovací obvod, složený s plošnou cívku L6, kondenzátoru C27 a C29 trimru C28. Kapacitní trimr by měl mít kapacitu od nuly do 50 pF, aby bylo možné obvod správně naladit (koincidenční je zde délka časové shody dvou fázově o 90° posunutých

napětových impulsů). Díky činnosti koincidenčního detektoru budou na jeho výstupu kladné impulsy pouze tehdy, budou-li na obou vstupech současně napětí shodné polarity. Při změnách kmitočtu se mění také fázový posuv obou vstupních napětí a tím i doba trvání napětí shodné polarity. Výsledná šířka výstupního impulsu bude proto závislá na okamžitém kmitočtu vstupního signálu. Impulsy s proměnnou šířkou se přivádějí na integrační člen RC, jehož kondenzátor (C29) se nabíjí na střední hodnotu impulsního napětí. Při středním mezifrekvenčním kmitočtu  $f$  bude na kondenzátoru právě polovina maximální velikosti vstupního napětí. Změní-li se kmitočet, změní se i fázový posuv a pak při změně kmitočtu na jednu stranu od  $f_0$  dochází ke koincidenční v delších časových intervalech a výsledné napětové impulsy jsou širší, tím je také výstupní napětí větší než polovina mezivrcholového napětí impulsů. Při opačné změně kmitočtu je koincidence kratší, impulsy se zúží a výsledné napětí bude menší. Tak se bude amplituda výstupního napětí zvětšovat či zmenšovat souhlasně s fázovým rozdílem obou napětí a bude tedy přímo úměrná kmitočtovému zdvihu, čili modulačnímu kmitočtu.

Má-li koincidenční detektor pracovat bez zkreslení, musí fázovací obvod splňovat požadavek lineárního převodu napětí v daném kmitočtovém pásmu. Tomuto požadavku vyhovuje jednoduchý obvod LC. Je-li tento rezonanční obvod součástí fázovacího obvodu, je oblast lineární demodulační charakteristiky závislá pouze na jeho jakosti. Čím je jakost obvodu větší, tím je pásmo kmitočtů užší a demodulační křivka (křivka S) strmější. Také amplituda výstupního signálu se zvětší. Zlepší se i potlačení parazitní amplitudové modulační. Výhoda tohoto detektoru je zřejmá, k jeho nastavení stačí přesně naladit obvod LC a to pouze na největší výstupní signál. Zatlumením obvodu vhodným odporem lze dosáhnout různé strmosti demodulační charakteristiky a tím také měnit šířku pásma propouštěného detektorem. Protože je ve fázovacím obvodu použita plošná cívka, je tím určen jeden ze základních parametrů tohoto funkčně velmi náročného obvodu. Dále si ještě podrobně probereme požadavky na jednotlivé obvodové prvky s ohledem na velikost a jakost výstupního nf signálu.

Kondenzátor C29, který je zapojen mezi vývody 8 a 12 IO1, ovlivňuje svou kapacitou zkreslení nf signálu. Při zvětšující se kapacitě (až do asi 20 pF) se zkreslení zmenšuje, výstupní nf signál se zvětšuje. Pro potlačení amplitudové modulační je větší kapacita kondenzátoru výhodnější, v rozmezí 5 až 15 pF však zůstává potlačení AM zhruba stejné. Zvětšuje-li se kapacita kondenzátoru C27 (při současném zmenšování indukčnosti cívky L6), mírně se zvětšuje zkreslení, ale i úroveň nf signálu. Rovněž potlačení AM je při větších kapacitách C27 příznivější. Pro dosažení požadované šířky pásma detektoru je třeba, aby tento obvod LC měl určitou jakost  $Q$ . Čím je  $Q$  větší, tím je propouštěné pásmo užší. Pro přenos úplného zakódovaného stereofonního signálu bez zkreslení je třeba, aby šířka pásma detektoru byla asi 400 kHz. U fázovacího obvodu s vinutou cívkou by bylo třeba zapojovat paralelně k cívce rezistor s odporem asi 5 k $\Omega$  (tlumení). Protože jakost  $Q$  plošně zhotovené cívky je menší než cívky vinuté, tlumící rezistor není nutný. Použitý obvod LC i bez tlumení zajišťuje přenos celého požadovaného pásma kmitočtů.

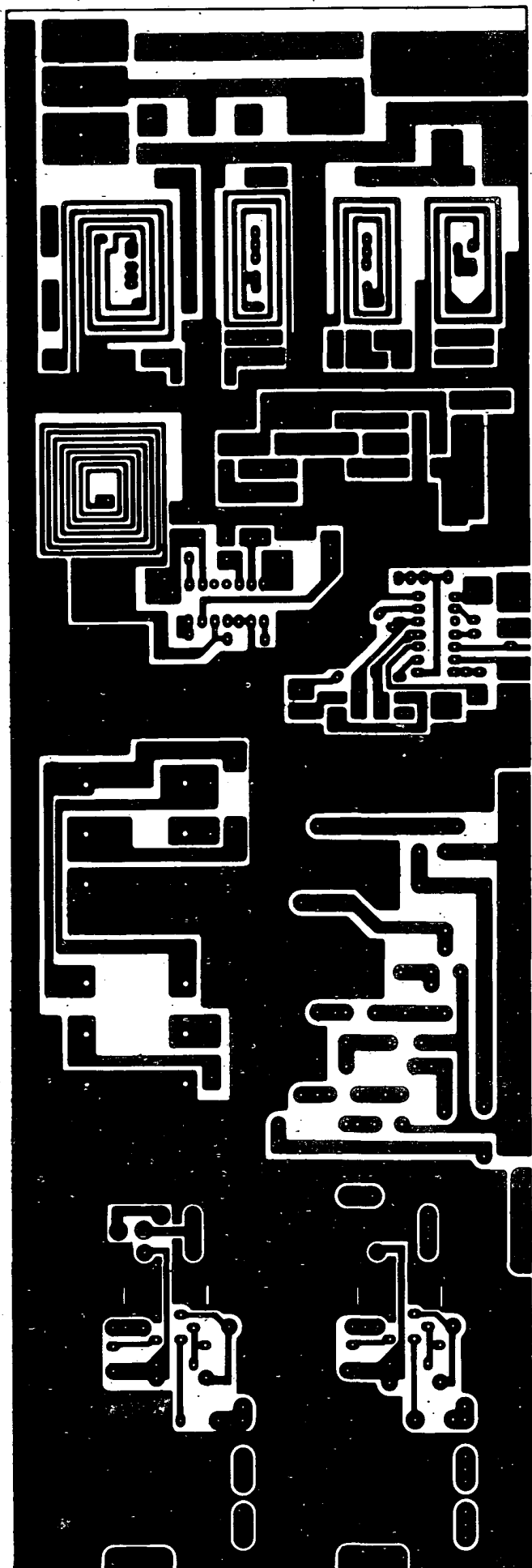
Z uvedeného rozboru je tedy patrné, že volba obvodových prvků nemůže být závislá pouze na nutnosti dodržet rezonanční

ní kmitočet, na který jsou laděny předchozí filtry F1 a F2 mf zesilovače. Vzhledem k tomu, že plošná cívka L6 má své elektrické parametry již předem dány, nelze volně měnit kapacitu kondenzátoru C28, neboť musí být zajištěn správný rezonanční kmitočet obvodu. Plošná cívka byla proto navržena s přihlédnutím k výše uvedeným požadavkům, proto se kapacita kondenzátoru C28 příliš neliší od optimální kapacity. Výhodnější by sice byla kapacita o něco menší, cívka by se však rozměrově neúnosně zvětšila. Protože plošná cívka působí zároveň jako rámová laděná anténa (v tomto případě vyzářuje v signál 10,7 MHz) není vhodné ani z tohoto důvodu, aby byla rozměrnější. Vyzářená v energie by se totiž mohla dostat na vstupní obvod mf zesilovače, čímž by vznikala nežádoucí zpětná vazba, způsobující zkreslení přijímaného signálu. Kapacitním trimrem, připojeným k L6, se nastaví článek LC fázovacího obvodu do rezonance. Naladění tohoto obvodu bude ještě podrobněji popsáno v následující kapitole.

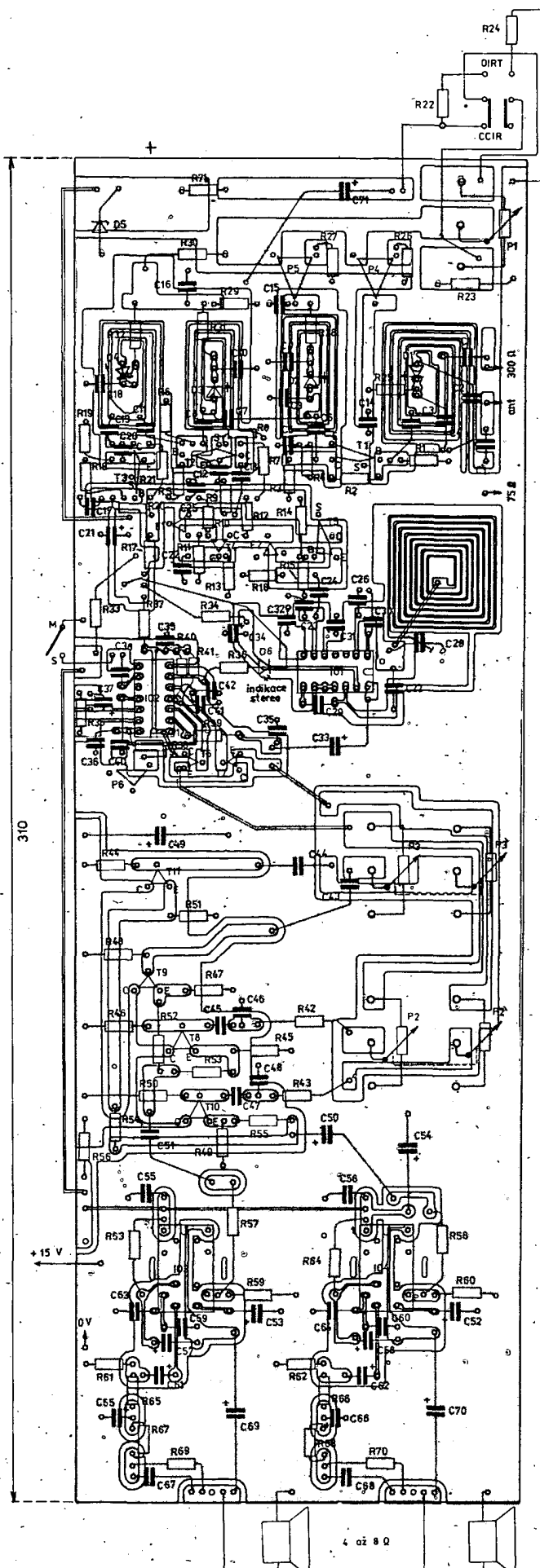
Na výstupu z koincidenčního detektoru je ještě v IO1 jednostupňový nf zesilovač. Velikost výstupního napětí z tohoto zesilovače je závislá na kapacitě kondenzátoru C30, blokujícího vývod 1. a na kapacitě vazebního kondenzátoru C33 na výstupu z IO (vývod 14). Blokovací kondenzátor C30 na vývodu 1 ovlivňuje přenos celého pásma nf kmitočtů. Je-li nf zesilovač určen pro stereofonní příjem, jako je tomu v tomto případě, pak je nutno, aby byl schopen bez útlumu přenést signály kmitočtů až do 60 kHz. V případě pouze monofonního příjmu je výhodnější odřezat signály vyšších kmitočtů, které jinak působí rušivě (zvětšují šum), v tom případě lze použít kondenzátor 3,9 nF. Vazební kondenzátor z vývodu 14 ovlivňuje spodní část kmitočtového pásma a pro zajištění přenosu i nejnižších nf kmitočtů je třeba, aby jeho kapacita byla 2  $\mu$ F. Výstupní napětí na tomto vyvodu je řádu desetin voltu.

Kondenzátory C26, C31, C32 slouží k vysokofrekvenčnímu blokování příslušných obvodů IO a k filtraci stejnosměrného předpětí. Jejich správná kapacita ovlivňuje do jisté míry stabilitu jednotlivých stupňů diferenčního zesilovače a koincidenčního detektoru. Je vhodné použít keramické kondenzátory malého, nejlépe poduškovitého provedení, i přesto, že tyto kondenzátory nejsou pro tak vysoký kmitočet určeny, jejich kapacita se totiž velmi rychle zmenšuje při kmitočtech nad 1 MHz. Použití rozměrově větší svítkové kondenzátory však není vhodné, neboť ty mají vždy určitou indukčnost a zvětšují tak náchylnost integrovaného obvodu k nestabilitě. Výhodné je proto použít keramické kondenzátory s kapacitou poněkud větší (56 nF a více). Člen RC v obvodu napájení IO1, C34 a R34, dokonale filtruje a vysokofrekvenčně i nízkofrekvenčně blokuje napájecí napětí.

Úplný zakódovaný stereofonní signál (ZSS) přichází z výstupu IO1 přes kondenzátor C33 a člen RC složený z rezistoru R39 a kondenzátoru C35 do stereofonního dekodéru. Zapojení stereofonního dekodéru vychází ze záměru řešit přijímač bez vinutých cívek. Je v něm proto použitý integrovaný obvod A290D z NDR, (je ekvivalentní IO MC1310 fy Motorola), který je u nás v běžném prodeji, a který pracuje na principu smyčky fázové synchronizace. Kromě jednoduchosti zapojení je použitím tohoto obvodu také zajištěno snadné nastavení správné detekce stereofonních signálů. V dekodéru je pouze několik vnějších obvodových prvků, jejichž volba však ovlivňuje správnou činnost obvodu



Obr. 2. Deska s plošnými spoji R101 spojení tří dílů – vř a stereofonní dekodér, korekce a nf zesilovač, odříznutím lze každý použít samostatně)



Obr. 3. Rozložení součástek na desce R101(propojené kolektory T6 a T7 jsou připojeny na plus pól, vývod 1 IO2, drátovou propojkou ze strany spojů)

i výstupní parametry nf signálu v obou kanálech. Rovněž vstup IO vyžaduje nf signál v takové kvalitě, která by zajišťovala správnou činnost vnitřních obvodů IO2. Kvalitní signál (ZSS) na vstupu také omezuje zkreslení signálu a určuje šumové poměry v obou kanálech. Ty jsou ovlivněny i přítomností rušivých vysokofrekvenčních signálů a směšovacích produktů, které se pak ve výstupním nf signálu projevují jako různé pazvuky. Při kvalitním signálu se také zmenšují přeslechy mezi levým a pravým kanálem.

Oscilátor automatické fázové smyčky, který je zapojen uvnitř IO2, je velmi citlivý na harmonické kmitočty pilotního signálu 19 kHz, které se mohou objevit na jeho vstupu přenosem z mf části přijímače. Nejvýhodněji lze předejít rozfázování oscilátoru vlivem těchto nežádoucích signálů zamezením jejich průniku na vstup dekodéru tím, že se odfiltrují již na výstupu z IO1. Velmi kvalitní a ostře laděný filtr však vyžaduje vinuté cívky. V našem případě se proto musíme spokojit s méně účinnou filtrací pomocí RC obvodu vloženého do cesty signálu. Vstupní signál se především filtruje už v IO1 a to použitím poněkud větší kapacity blokovacího kondenzátoru na vývodu 1. Další filtrace je zajištěna zařazeným členem R39 a C35. Toto zapojení sice mírně snižuje úroveň vyšších kmitočtů rozdílové složky stereofonního signálu, potlačení signálů nad 70 kHz je však již natolik značné, že nehrozí nebezpečí ovlivňování oscilátoru.

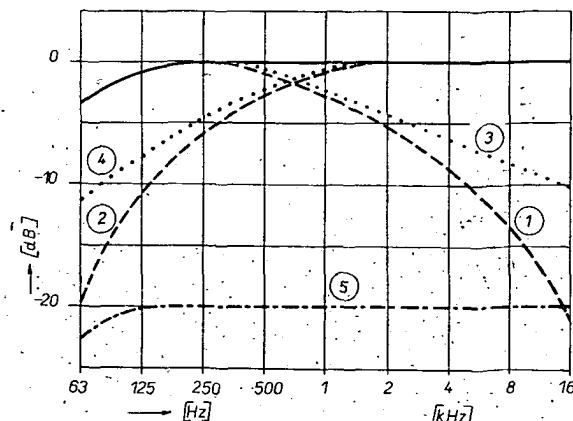
Obvod R38, C36 a P6 je člen RC oscilátoru v IO2. Nastavením správného odporu trimrem P6 se určí přesný kmitočet oscilátoru. Dlouhodobá stálost nastavení je dána kvalitou použitých součástek. Je proto třeba, aby byly jakostní (trimr na keramické podložce). Na filtru RC zapojeném v obvodu fázové smyčky a složeném z rezistoru R35 a kondenzátoru C37 je závislé zkreslení výstupního nf signálu v obou kanálech. V našem přijímači je v zapojení použita méně běžná varianta tohoto obvodu, která sice mírně zhoršuje zkreslení v okolí kmitočtu 8 kHz, ale zjednodušuje celý obvod. Obvody s R40 a R41 a kondenzátory C41 a C42 zapojené na výstupech pravého a levého kanálu vytvářejí společně se vstupními odpory obou nf zesilovačů deefázaci (mírně zeslabují vyšší kmitočty). Pro indikaci stereofonního příjmu lze připojit na vývod 6 IO2 přes rezistor R36 svítivou diodu D6, a pro přepínání příjmu stereo – mono lze využít vývodu 9, který připojujeme spínačem na zem.

Výstupní nf signály pravého a levého kanálu přecházejí na báze tranzistorů T6 a T7, které jsou zapojeny jako emitorové sledovače. Pracovním odporem emitorů T6 a T7 jsou dva tandemové potenciometry, jejichž krajní vývody jsou na jedné straně u všech čtyř propojeny se zemí a na vstupní straně jsou paralelně propojeny vždy dva a dva mezi sebou (P2 s P3 a P2 s P3').

Jak je ze schématu zřejmé, není v obvodu nf zapojen regulátor hlasitosti. Namísto něj a dvou dalších korekčních prvků pro regulaci hloubek a výšek je využito dvou pásmových regulátorů hlasitosti tak, že R2 a R2' ovládá dolní pásmo s horním mezním kmitočtem asi 800 Hz a R3 s R3' ovládá horní pásmo s dolním mezním kmitočtem též 800 Hz.

Oba regulátory tedy umožňují nastavit buď rovný přenosový průběh celého pásma, pokud jsou ve stejné vzájemné poloze, anebo horní či dolní pásmo potlačit, pokud příslušný regulátor bude nastaven na menší hlasitost. Několik změřených křivek je na obr. 4. Plná čára je kmitočtová charakteristika při obou regulátorech na-

Obr. 4. Křivky propustnosti pásmových regulátorů hlasitosti



plno. Čárkovaná čára (1) je průběh při regulátoru dolního pásma naplno a horního pásma na minimum, čára (2) je obrácená poloha regulátorů (dolní pásmo minimum, horní pásmo naplno). Tečkovaná čára znázorňuje průběhy, kde je (3) regulátor dolního pásma naplno, horního pásma v poloze -10 dB, čára (4) znamená horní pásmo naplno, dolní pásmo -10 dB. A konečně čára (5) je průběh při obou regulátorech v poloze -20 dB.

V tomto přijímači jsou použity pro regulaci obou pásem otcené potenciometry, které sice vyhovují, ale nejsou ideální pro případ, že chceme rovnoměrně zmenšovat hlasitost poslechu. V takovém případě lze doporučit řešit regulaci dvěma posuvnými potenciometry umístěnými v těsné blízkosti, které dovolují zajistit shodnou polohu běžců při zmenšování nebo zvětšování hlasitosti, za požadavku zachování stejného poměru hloubek a výšek v reprodukci. Tranzistory T8 a T11 pracují opět jako emitorové sledovače do dvou společných výstupů. Výstup tranzistoru T8 (T10), který zesiluje nízké kmitočty a výstup tranzistoru T9 (T11), který zesiluje vysoké kmitočty, jsou přes rezistory R53 (R55) a R52 (R54) paralelně spojeny a připojeny na vstup levého (pravého) kanálu nf zesilovače přes vazební kondenzátor C51 (C50).

Protože obě zesilovací větve (pravého a levého kanálu) jsou elektricky rovnocenné od výstupu ze stereodekodéru až po výstup na reproduktor, není v jejich obvodu zařazen prvek pro stereováhu. Pokud by snad přece jen bylo třeba dorovnat hlasitosti obou kanálů na stejnou úroveň pak je vhodné změnit hodnotu rezistoru R59 případně R60. Při použití běžných součástek je to však zcela zbytečné, vyvážení obou kanálů je plně vyhovující.

Vlastní nf zesilovač je osazen dvěma integrovanými obvody (IO3 a IO4) Tesla MBA810, (kterákoli jejich varianta). Podle druhu chladiče je možno z tohoto obvodu odebírat při napájecím napětí 12 až 15 V výkon 1,5 až 5 W (sinus). Protože je přijímač určen pro běžný poslech, kdy vyhovuje výkon kolem 2 W je chlazení obou integrovaných obvodů (IO3 a IO4) zajištěno pouze rozvedem tepla po měděné fólii zemního vodiče desky s plošnými spoji. Pro tento výkon je také voleno jeho zapojení, které nedovoluje tyto IO vybudit na jejich plný výkon, aby se při nedostatečném chlazení nezničili (velikost rezistorů R61 a R62).

Kondenzátory C55 a C56 v napájení IO blokují napájecí napětí před parazitními kmitů a brání tak možnému zakmitávání zesilovače zejména při odebírání větším výkonu. Změnou odporu rezistoru R61 (R62) od 15 do 150 Ω, který je zapojen v sérii s kondenzátorem C61 (C62) k vývodu 6 IO lze změnit napěťové zesílení

vstupních zesilovacích obvodů v IO až osmkrát. Největšího zesílení se dosáhne při co nejmenším odporu. Protože však na odporu i kapacitě kondenzátoru závisí také dolní mezní kmitočet přenášený zesilovačem, je třeba hodnoty uvedené ve schématu v dané toleranci dodržet. Kapacita C59 (C60) ovlivňuje průběh zesilovací křivky v oblasti vyšších kmitočtů. Kapacita C63 (C64) by měla být zhruba čtyři až pět krát větší, než kapacita kondenzátoru C59 (C60). Složený člen R66, R68, R70, C66 a C68 zavádí zpětnou vazbu v zesilovači, která koriguje jeho přenosovou charakteristiku.

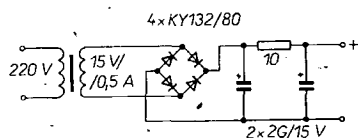
Na impedanci zátěže (reproduktor 4 nebo 8 Ω) závisí potřebná kapacita výstupního kondenzátoru C71 pro zvolený nejnižší přenášený kmitočet. Např. pro 40 Hz a pro reproduktor o impedanci 8 Ω je to 500 μF, pro reproduktor 4 Ω je kapacita kondenzátoru 1000 μF.

## Konstrukce a nastavení přijímače

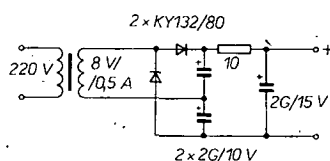
Než začneme se zapojováním přijímače, prohlédneme si dokonale desku s plošnými spoji (obr. 2) zda nejsou některé spoje či cívky přerušeny. Výhodně je vinuti každé cívky přezkoušet žárovkou a baterií, neboť někdy se může stát, že zejména u cívky s několika závitů je vlasově přerušeno plošné vinuti, což nelze okem postřehnout. V takovém případě přívod k žárovce vedeme po vinuti cívky až do místa přerušení (rozsvícení žárovky) a přerušení opatrně propájíme. U okraje desky prohlédneme, zda někde nejsou vzájemně vlasově propojená přerušení mezi ploškami, což se někdy u prodáváných desek vyskytuje. Je to vina jejich výrobce, který opomenul odstranit obrysové čáry potřebné při kreslení spojového obrazce. Dále vyvrtáme vrtáčkem o průměru 0,8 až 1 mm všechny naznačené díry. Pokud není spojový obrazec pokryt pájecím lakem, vyčistíme ho jemným smrkovým papírem, aby pájka dokonale přilnula k měděné fólii. Při stavbě přijímače postupujeme zásadně nejprve od zdroje přes nízkofrekvenční zesilovač k mezifrekvenčnímu zesilovači a teprve nakonec zapojujeme vstupní jednotku. Tento postup zachováme proto, abychom mohli vždy jednotlivě, již hotové části postupně pečlivě odzkoušet. Vyvarujeme se tak pracného hledání třeba i několika závad najednou.

Přijímač je řešen tak, aby při napájecím napětí 15 V byl přeladitelný v rozsahu od 66 do 100 MHz, výstupní výkon může být až 2 × 2,5 W (je dán chladič plochou). Napájecí zdroj proto musí být schopen dodat při napětí 15 V proud až 0,5 A. V napájecím zdroji lze používat transformátor menšího provedení (v nejhorším případě vystačí i zvonkový, zapojený se zdvojovačem napětí). Z tohoto důvodu je

také ladění přijímače řešeno tak, aby se celé pásmo dalo přeladit s napětím 12 až 13 V. Na toto napětí je ladicí napětí stabilizováno Zenerovou diodou D5. Pokud by totiž při větší hlasitosti došlo ke krátkodobému většímu odběru proudu koncovým stupněm, zmenšilo by se napětí ze zdroje vlivem většího zatížení, následovalo by rozladění, odebraný proud by se zmenšil, stanice by se opět doladila atd., čili celý přijímač by se rozkmital. Zdroj proto musí mít větší napěťovou rezervu a to tím větší, čím bude měkčí (menší transformátor). K větší stabilitě přijímače také přispívá napájení jednotlivých obvodových celků samostatnými napájecími větvemi přes rezistory (R17, R33, R34, R37, R71) a jejich případné blokování elektrolytickými kondenzátory. Pro napájení lze s výhodou použít transformátor ze zdroje určeného k napájení modelů železnic (z NDR) případně i tuzemský transformátor pro auto-dráhu. U těchto zdrojů je i usměrňovač, usměrnění je však pouze jednocestné a proto zcela nevhodující, musí se upravit tak, aby výstupní stejnosměrné napětí bylo dokonale vyhlazené. Vhodnější je zapojit usměrňovač podle obr. 5 má-li transformátor napětí 14 až 16 V. U transformátoru se sekundárním napětím 8 až 10 V zapojíme usměrňovač jako zdvojo-vač napětí podle obr. 6. Nemáme-li proza-



Obr. 5. Usměrňovač v můstkovém zapojení



Obr. 6. Usměrňovač zapojený jako zdvojo-vač napětí

tím vhodný zdroj k dispozici, použijeme tři ploché baterie zapojené do série. Pro zdrojovou část není na desce s plošnými spoji místo, je ji třeba umístit mimo ni.

Se zapojováním přijímače začneme od koncového stupně. Nejprve vpájíme do desky s plošnými spoji oba integrované obvody MBA810, když jsme předtím odvrtali a jehlovým pilníkem vypilovali otvory pro prostrčení chladičích křídel. Ty musí přesahovat nejméně 1 mm nad fólii a musí být dokonale z obou stran připájeny k fólii, aby byl odvod tepla do fólie co nejlepší. Přitom je třeba pájet integrovaný obvod tak, abychom jej přílišným přehřátím nepoškodili. Výhodné je přiložit při pájení na celou hmotu IO navlhčený hadřík. Zapojíme všechny součástky obou zesilovačů až po jejich vstupy na C50 a C51. Rezistory R61 a R62, které určují zesílení celého IO, použijeme s odporem 56 Ω; tento odpor zajišťuje koncový výkon u obou IO takový, který odpovídá danému způsobu chlazení měděnou fólií. Odpor rezistorů lze zmenšit sice až na 33 Ω, ale pak již nesmíme dlouhodobě používat hlasitost na maximum, abychom obvody nepoškodili. S příslušně velkým chlazením lze změnit odpor až na 12 Ω. Hlasitost a tím i odběr proudu se však značně zvětší – tomu pak musí odpovídat nejen větší chladič plocha, ale i napájecí zdroj.

Po zapojení oba zesilovače odzkoušíme. Připojíme oba reproduktory a napájecí napětí. Vhodné je připojit nejprve jednu plochou baterii přes běžnou malou žárovku do kapsní svítilny. Žárovka se nesmí trvale rozsvítit ani při připojení plného napájecího napětí, pouze na okamžik zazáří, než se nabijí elektrolytické kondenzátory. V opačném případě je v zapojení závada (zkrat, apod.). Tento postup lze doporučit i při ověřování činnosti dalších zapojovaných obvodů. Dotykem kovového předmětu, který držíme v ruce (např. jehlový pilník) na vývod kondenzátorů C50 a C51 se musí v příslušném reproduktoru ozvat charakteristický brum.

Je-li vše v pořádku, lze pokračovat v zapojení obvodu s tranzistory T8 až T11 včetně obou tandemových potenciometrů na vstupu do této části nF zesilovače. Po opětovném připojení na napájecí zdroj a dotyku na propojené vstupy potenciometrů (oba na plnou hlasitost) se opět musí ozvat charakteristický brum s úrovní hlasitosti zhruba stejnou, jaká byla v předchozím případě. Pouze se bude měnit zabarvení brumu a to u P2 bude mít brum hlubší u P3 vyšší tón.

Zapojení stereofonního dekodéru s výstupem na levý a pravý emitorový sledovač je rovněž bez záležitostí, díky použitému IO A290D, který dekoduje stereofonní signál na principu fázové smyčky. Pracovním odporem obou emitorových sledovačů jsou oba tandemové potenciometry P2, P3, P2' a P3', zapojené paralelně s výslednou zátěží 5 kΩ pro emitor u každého tranzistoru. Potenciometrem P6 se napěťově řídí kmitočet oscilátoru v IO tak, aby byl blízký pilotnímu kmitočtu. Čím lépe je nastaven správný kmitočet, tím slabší signál postačí k nařazování oscilátoru a tím i uvedení stereofonního dekodéru do činnosti. Práh nasazení stereofonní reprodukce není nejjednodušší nastavit na co nejslabší signál, protože pak je v reprodukci signálu příliš mnoho šumu. Zatím však kmitočet oscilátoru potenciometrem P6 nenastavujeme, potenciometr pouze nastavíme zhruba do střední polohy. Po připojení obou reproduktů a napájecího napětí se při dotyku na vývod 2 tohoto IO musí ozvat brum z obou reproduktů ve stejné hlasitosti. Pokud tomu tak je, máme celou nízkofrekvenční část přijímače v pořádku a přistoupíme k obtížnější části stavby, při níž pečlivě vybíráme součástky a pájíme je do desky s plošnými spoji s co nejkratšími přívody.

Použitím integrovaného obvodu MAA661 a keramických filtrů na místě pásmových propustí je stavba mezifrekvenčního zesilovače značně zjednodušena. Do desky s plošnými spoji zapájíme nejprve IO, pak na jednotlivé jeho vývody připojíme příslušné kondenzátory. Přitom dbáme, aby jejich vývody byly co nejkratší. Kapacitní dělič v obvodu vývodu 6 zatím nezapojujeme. Opět připojíme reproduktory a zdroj a celé zapojení odzkoušíme. Toto soustavné přezkušování je velmi nutné, abychom omezili závady na nejmenší míru a tím se vyvarovali možného nezdaru. Zvětšíme zesílení některého z obou potenciometrů a dotkneme se vývodu 6. Z reproduktoru se musí ozvat přinejmenším šum, spíše však blízký silnější středofonní výsílac, případně směsice signálů krátkovlnných vysílaců. Změna kapacitního trimru C28 ve fázovacím obvodu by neměla mít na tento signál žádný nebo jen nepatrný vliv.

Je-li vše v pořádku, zapojíme další obvody mezifrekvenčního zesilovače až po směšovač, u něhož však připojíme k bázi pouze pracovní odpory bez vazebního kondenzátoru na cívku. Opětovně

zapojení odzkoušíme. I při malém zesílení se musí při dotyku na bázi tranzistoru T2 ozvat z reproduktoru směsice šumu a krátkovlnných vysílaců. Při protáčení kapacitního trimru ve fázovacím obvodu se musí při jeho určité kapacitě šum zvětšit – v této poloze trimr prozatím ponecháme.

Nyní zapojíme obvody ladicího napětí, potenciometr P1 a oba odporové trimry P4 a P5, Zenerovu diodu a obvody RC k jednotlivým ladicím varikapům. Ty rovněž vpájíme všechny čtyři a zapojíme také obvod oscilátoru. U tranzistoru ponecháme „nožičky“ nejvýše 8 až 10 mm dlouhé, kondenzátory předepsané kapacity zasuneme až k desce, aby přívody zbytečně netvořily přidavnou indukčnost. Připojíme i vazební kondenzátor C11 na bázi směšovače, a kondenzátor C8. Přijímač zatím zapojený bez předzesilovacího stupně, připojíme k reproduktům a zdroj. Můžeme-li v místě, kde přijímač uvádíme do chodu, předpokládat dostatečně silné pole blízkého vysílac VKV, pak připojíme na kondenzátor C8 k cívce L4 přes kondenzátor o kapacitě 10 pF asi jeden metr dlouhý vodič. Vhodnější je použít kvalitní venkovní anténu, jejíž svod připojíme jedním koncem na zemní vodič a druhý přes kondenzátor 10 pF na vstup směšovače. Po připojení napájecího napětí se z reproduktoru musí ozvat šum. Přepínač pásem přepneme do polohy našeho pásma. Protáčíme pozvolna potenciometrem P1 a z reproduktovaného signálu by už mělo být patrné, zda kmitá oscilátor. Šum by se měl různě měnit a měl by se také ozvat místní, případně i vzdálenější silný vysílac. Pokud je šum velmi slabý a při protáčení potenciometru P1 se němění, pak je chyba buď v zapojení ladicího napětí, nebo nekmitá oscilátor. Chyba může být buď ve špatné součástce nebo v jejím nesprávném zapojení. Po uvedení do chodu odpojme anténu i s kondenzátorem 10 pF a teprve nyní zapojíme celý obvod předzesilovače.

Toto postupné zapojování i v dílu přijímače a jejich dílčí prověřování správné činnosti mělo svůj plně opodstatněný význam. Plošné cívky, jak již bylo upozorněno, tvoří malou rámovou anténu a to nejen vysílací, ale i přijímací. To znamená, že cívky které jsou připojeny na výstupní obvody energií vysílají, cívky ve vstupních obvodech ji zase přijímají. I když je celá deska s plošnými spoji řešena s ohledem na tuto skutečnost, přesto z hlediska rozměrnosti nelze nebezpečí vzájemného ovlivnění úplně potlačit a právě při dosažení požadovaného zesílení při zapojení vstupním předzesilovačem se může stát, že k vzájemnému ovlivnění dojde. Pokud bychom neměli odzkoušené předchozí stupně, těžko bychom hledali příčinu např. nadměrného šumu bez výskytu stanic i po připojení antény a při správné činnosti oscilátoru. Neboť právě větší vazba mezi obvody výstupu a vstupu podstatně zvětšuje šum na úkor zesílení přijímaného signálu. Je také nebezpečí, že zesílený signál mf kmitočtu bude po vyzáření fázovacím obvodem přijat obvod vstupní jednotky a nebude-li dostatečně potlačen, projeví se v příjmu opět zvýšeným šumem. Vzájemná vazba mezi obvody je také dána velikostí a rozložením použitých součástek a zesílením tranzistorů a mění se případ od případu. V některém případě může být silnější šum dán i správným zesílením, pak jej i slabá přijímaná stanice potlačí, v jiném případě, kdy je dán nežádoucí vzájemnou vazbou, je na jeho potlačení nutný poměrně značný signál a i tak není reprodukce kvalitní.

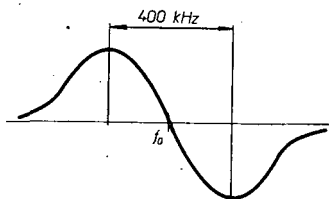
Na vstupní svorky připojíme anténu a přijímač uvedeme do chodu. Přepneme



na rozsah našeho pásma a přeladíme je potenciometrem P1. Pokud je i předzesilovač zapojen správně, měly by se ozvat některé naše stanice, ať již máme trimry nastavené jakkoli. Přepínač mono-stereo přepneme do polohy mono a kapacitní trimr C28 nastavíme na maximální hlasitost přijímaného signálu, případně na maximum šumu. Oba odporové trimry P4 a P5 v ladicích obvodech vstupní jednotky nastavíme na nejmenší odpor. Přepínač pásem přepneme do druhé polohy a s dobrou venkovní anténou připojenou na vstup přijímače se snažíme vyladit nějaký vysílač. Po jeho vyladění nastavíme oba odporové trimry na největší hlasitost přijímaného signálu. Kapacitní trimr ve fázovacím obvodu ještě jemně doladíme. Přepneme opět na naše pásmo, naladíme vysílač Hvězdu nebo Vltavu, které trvale vysílají signál pilotního kmitočtu a odporovým trimrem P6 otáčíme, až se rozsvítí indikační LED, signalizující příjem stereofonního signálu. Příjem se projeví i v reprodukci. Nesmíme přitom opomenout zapojit reproduktory tak, aby pracovaly ve shodné fázi, tj. aby barevně označené přívody reproduktorů byly připojeny na vývody kondenzátorů, druhé přívody na zemní vodič. Že jsou reproduktory opravdu sfázovány, zjistíme při reprodukci monofonního signálu, který musí vycházet z místa přesně uprostřed mezi oběma reproduktory.

Způsob nastavení přijímače tak, jak byl právě popsán, se jeví jako velmi jednoduchý a v některém případě může také tak jednoduchý být. Protože však jde o nastavení přijímače bez jakýchkoli přístrojů, může se stát, že správné nastavení pro jakostní reprodukci nebude tak jednoznačné. K tomu, abychom pochopili, jak je třeba nastavovat prvky naladit: si řekněme nejprve něco krátce o funkci jednotlivých vf obvodů. Keramické filtry mají vlastnosti dané konstrukcí, čili jejich křivku propustnosti nelze podstatněji ovlivnit, pouze správným tlumením vstupu (vývod 1) a výstup (vývod 3) proti zemi (vývod 2) lze křivku propustnosti mírně zúžit či rozšířit (na úkor zesílení signálu). Pokud máme oba keramické filtry se stejným středním kmitočtem  $f_0$ , pak lze předpokládat, že složením jejich křivek propustnosti vznikne opět křivka s jedním vrcholem, ale strmější, čili s lepším potlačením postranních kmitočtů. Pokud však takové dva filtry k dispozici nemáme, pak je vhodnější použít pouze jeden filtr (změna v zapojení přijímače s jedním filtrem je uvedena dále), protože jinak by se křivka propustnosti rozšířila, vznikly by dva vrcholy a tedy dvojitý příjem jedné a téže stanice. Potlačením okolních kmitočtů by v tomto případě bylo ještě horší než při použití pouze jednoho filtru.

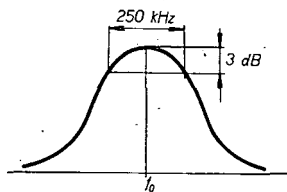
Dalším, kmitočtově závislým, je fázovací obvod, u nějž je šířka křivky propustnosti dána jeho tlumením. Jak již bylo řečeno, použitím plošné cívky se dosáhne tlumení obvodu, které odpovídá šířce pásma propustnosti zhruba 400 kHz, zatímco u keramických filtrů, jsou-li oba stejné, je šířka kolem 250 kHz. U detektoru je větší šířka zejména pro stereofonní signál bezpodmínečně nutná, neboť je třeba přenést celý nezkrácený kmitočtový průběh po celé demodulační křivce zvané křivka S podle jejího průběhu položeného písmene S (s rovnou střední částí), kdy se napětí nejprve zvětšuje do kladných velikostí, kulminuje, pak klesá k nule a dále klesá do záporných velikostí, kulminuje a stoupá k nule (obr. 7.). V místech vzestupu a sestupu dochází k demodulaci kmitočtově modulovaného signálu. Počáteční a koncová část demodulační S křivky demoduluje vzhledem ke krát-



Obr. 7. Křivka „S“ demodulátoru

kosti svého průběhu zkráceně, pro demodulaci kmitočtově modulovaného signálu se využívá delší rovná část křivky, přesahující z kladné do záporné hodnoty. Je-li střední kmitočet  $f_0$  modulačního kmitočtu 10,7 MHz (střed pásma propouštěného filtru) přesně uprostřed této křivky, pak je dokonale potlačena amplitudová modulace. Tím je potlačen i šum v signálu, který má amplitudovou složku. Z toho vyplývá, že správné nastavení křivky S do pásma propustnosti keramických filtrů bude tehdy, jestliže bude na výstupu maximálně zesílen kmitočtově modulovaný signál a zároveň co nejvíce potlačeny signály amplitudově modulované, čili nejmenší šum.

Z uvedeného rozboru je patrné, že je třeba velmi pečlivě nastavit fázovací obvod. Pokud v této části přijímače (mf zesilovač) již vzniká zdvojený příjem (čili vyskytuje se jedna stanice dvakrát za sebou), znamená to buď, že máme nevhodné filtry, nebo je nevhodně nastaven fázovací obvod. Křivka propustnosti nemá tvar křivky S, ale pouze tvar Gaussovy křivky (viz obr. 8.), čili napětí vzrůstá od



Obr. 8. Křivka propustnosti filtru

nuly do maxima a pak klesá zpět k nule. Na obou koncích této křivky se demoduluje signál (odtud tedy dvojitý výskyt jedné stanice). Bez polyskopu (rozmiřtaný generátor s osciloskopem) nelze jednoznačně určit, co je příčinou dvojího příjmu, a proto je nutné správné nastavení pokusně nalézt, nejlépe s použitím nejprve jednoho filtru F1. Změna v zapojení je velmi jednoduchá a spočívá v tom, že filtr F2 nezapojíme a místo něj mezi vývody 1 až 3 zapojíme kondenzátor o kapacitě 6,8 pF. Filtr F2 pak připojíme až po kompletním nastavení celého přijímače, případně můžeme nechat přijímač pouze s jedním filtrem, nemáme-li obě pásma příliš zaplněná silnými vysílací, což v našich podmínkách nemusí být ojedinělý případ.

K oběma uvedeným křivkám propustnosti se však ještě přiřazuje další, která je dána kmitočtově závislou pásmovou propustivou vstupní jednotky a to mezi vstupním laděným obvodem předzesilovače a vstupním laděným obvodem směšovače. Aby bylo možno nastavit správný průběh křivky propustnosti tohoto pásmového filtru, je filtr řešen tak, aby vazba mezi oběma obvody byla kapacitní. Indukční vazba není v tomto případě výhodná, protože vzhledem k použitým plošným cívkám, jejichž polohu nelze libovolně měnit, by se stěžilo mohl zaručit při změnách vnějších parametrů (kvalita podložky, napájecí napětí, zesílení tranzistoru a řada dalších) průběh odpovídající prů-

vzdálenosti od sebe a odděleny zemním plošným spojem. Při kapacitní vazbě lze změnou kapacity kondenzátoru C7 dosáhnout průběhu, který požadujeme, to znamená bez dvou vrcholů. Tyto dva vrcholy, obdobně vrcholům u dvou nesouhlasných filtrů, jsou dány tím, že vznikne tzv. nadkritická vazba mezi oběma laděnými obvody tohoto pásmového filtru a ta má za následek rozšíření přeneseného pásma a „prosedání“ (snížení) vrcholu křivky, čímž vzniknou vrcholy dva. Čím menší kapacitu vazebního kondenzátoru C7 použijeme, tím je lepší selektivita obvodů, ale zároveň se silně zmenšuje přenos signálu. Při větší kapacitě zase dochází k nadkritické vazbě a tím zhoršení přenosových vlastností vstupní jednotky. Kritické nastavení pásmové propusti rovněž není nejvýhodnější, neboť vlivem vyzářování obvodů se jednotka stane mírně náchylná k zakmitávání, které se musí odstranit buď zmenšením napájecího napětí a tím i zisku, nebo, což je výhodnější, zařadit do série s kondenzátorem C6 tlumicí rezistor. Nejvýhodnější je však použít kapacitu vazebního kondenzátoru C7 mírně větší, než je kritická kapacita, která se pohybuje kolem 3 pF. Použitá kapacita je 5,6 pF.

Pokud by se i při uvedené kapacitě C7 projevila náchylnost k nakmitávání (velmi ostré a značně úzké naladění stanice a příjem velmi citlivý na jakékoli přiblížení k přijímači či svodu antény), připojíme ze strany spojující na kolektor tranzistoru T1 rezistor 50 až 330  $\Omega$  a k němu do série kondenzátor C6 8,2 pF. Odpor rezistoru je třeba odzkoušet. Větší odpor lépe tlumí, ale zeslabuje přijímaný signál.

To je třetí, ale už poslední možnost, kde může vzniknout dvojitý příjem spojený s rozšířením přeneseného pásma kmitočtů a tím k podstatnému zhoršení selektivity přijímače. Jde ovšem o vlastnost všech přijímačů pro kmitočtově modulovaný signál – proto vždy bylo jejich správné nastavení tak problematické a bez dobrého přístrojového vybavení prakticky nemožné.

Správné nastavení vf obvodů přijímače tedy spočívá v tom, aby se střední nosný kmitočet kmitočtově modulovaného signálu 10,7 MHz vždy nacházel uprostřed křivky propustnosti všech tří obvodů. Při konečném nastavování celého přijímače si proto místo filtru F2 připojíme kondenzátor o kapacitě 6,8 pF a laděním přijímače naladíme slabší stanici. Kapacitním trimrem C28 ve fázovacím obvodu a odporovými trimry P4 a P5 ve vstupní jednotce nastavíme její největší hlasitost. Nyní začneme mírně „ulaďovat“ přijímaný signál na jednu či druhou stranu od středu a kapacitní trimr C28 nastavujeme na největší hlasitost a nejmenší šum. Tímto způsobem slaďujeme všechny tři křivky propustnosti na sebe. Správné nastavení se kromě největšího zesílení signálu stanice a nejmenšího šumu projeví při ladění tak, že se nejprve zvětší šum, pak se ozve zkráceně signál stanice, pak je příjem čistý, následuje opět zkrácený signál, zvýšený šum a konečně zase šum mezi stanicemi. Nakonec ještě doladíme oba odporové trimry ve vstupní jednotce a můžeme – zdá-li se nám to nutné – připojit filtr F2. Po jeho připojení by se pouze měla mírně zúžit oblast zvýšeného šumu a zkráceného signálu a to rovnoměrně po obou stranách přesně a čistě vyladěného signálu. Možné je pouze velmi jemně doladění fázovacího obvodu trimrem C28. Pokud by doladění vyžadovalo větší změnu kapacity, určitě se objeví zdvojený příjem u slabších stanic a u silnějších zeslabení uprostřed přesně vyladěné stanice.

Použitím plošných cívek, keramických filtrů, integrovaného zesilovače a koincidenčního demodulátoru je řada negativních vlivů působících potíže při nastavování přijímače odstraněna, takže zůstávají jen ty základní, které lze při trošce trpělivosti i bez jakéhokoli přístrojového vybavení zvládnout a přijímač, jsou-li všechny použité součástky bez závady, nastavit i bez použití základních měřicích přístrojů.

### Seznam součástek

**Kondenzátory –**  
miniaturní keramické, řady TK 700 (754, 782, 794, atd.)

C1, C1', C3, C8, C19	10 pF
C4, C5, C9	
C10, C14,	
C11	1,5 pF
C15, C16, C17,	2,2 nF (možno použít od 1 nF do 3,3 nF)
C18	
C12, C22, C25,	
C26, C31, C32,	
C45, C47, C55,	
C56, C67, C68	100 nF (až do 150 nF)
C2	3,3 pF
C6	100 pF
C7	5,6 pF
C20	33 pF
C23	1 nF
C27	150 pF
C29	18 pF
C13, C36	470 pF
C24, C40	470 pF
C30, C35	390 pF

C41, C42	15 nF
C43, C44	680 pF
C59, C60	560 pF
C63, C64	2,7 nF

### Elektrolytické kondenzátory

C49, C54, C71	500 $\mu$ F/15 V, TE 984
C21, C52, C53,	
C57, C58	100 $\mu$ F/10 V, TE 003
C61, C62	50 $\mu$ F/15 V, TE 004
C33, C50, C51	2 $\mu$ F/35 V, TE 986
C34, C39	20 $\mu$ F/15 V
C37, C65, C66	0,33 $\mu$ F/10 V, kapkový tantal
C38	0,5 $\mu$ F/10 V, kapkový tantal
C69, C70	1000 $\mu$ F/10 V, TE 982

**Miniaturní, případně subminiaturní odpory** (řada TR 212, případně WK 650 54)

R1, R5, R20	12 k $\Omega$
R2, R25, R26,	
R27, R28, R31,	
R32, R38	15 k $\Omega$
R3, R36, R67,	
R68	1,8 k $\Omega$
R4	3,3 k $\Omega$
R11, R15, R18,	
R23	6,8 k $\Omega$
R6, R22, R30,	
R45, R47, R49,	
R51	10 k $\Omega$
R7, R19, R21	1 k $\Omega$
R10, R14, R42,	
R43	27 k $\Omega$
R8	1,5 k $\Omega$
R12, R9, R65,	
R66	390 $\Omega$
R13,	2,2 k $\Omega$
R16, R39	1,2 k $\Omega$
R17, R35, R63,	
R64	100 $\Omega$
R24	680 $\Omega$

R29, R59, R60,	
R69, R70	100 k $\Omega$
R34, R37	27 $\Omega$
R56, R33, R61,	
R62	56 $\Omega$
R40, R41	5,6 k $\Omega$
R44, R46, R48,	
R50	560 k $\Omega$
R52, R53, R54,	
R55	68 k $\Omega$
R57, R58	2,7 k $\Omega$
R71	330 $\Omega$

### Potenciometry

P2, P2', P3, P3' – dva tandemové potenciometry 10 k $\Omega$ /N, TP 283n  
P1 – potenciometr 5 k $\Omega$ /N, 280 b-  
P4, P5 – odporový trimr 33 k $\Omega$ , TP 041  
P6 – odporový trimr 6,8 k $\Omega$ , TP 011

### Tranzistory, diody

T1, T2 – KF525  
T3, T4 – KF524  
T5 – KF125  
T6, T7, T8, T9, T10, T11 – KC508  
D1 až D4 – čtveřice varikapů KB109G  
D5 – Zenerova dioda 6NZ70 nebo KZ260/13  
D6 – LED LQ100

### Integrované obvody

IO1 – MAA661  
IO2 – A290D  
IO3, IO4 – MBA810  
Ostatní součástky

**Přepínač rozsahů, spínač mono-stereo, zdroj 15 V=**  
Keramický filtr – 2x SFE10,7MD (k. p. TESLA Hr. Králové připravuje do prodeje obdobné filtry v ceně asi 85 Kčs).

## Digitálna stupnica prijímača FM/AM

Ing. Milan Macko

V poslednej dobe sa v zahraničí v oblasti rozhlasových prijímačov čoraz častejšie dostáva do popredia digitálne zobrazenie prijímajnej frekvencie pomocou zobrazovacích prvkov LED, či už priamou väzbou čítania frekvencie voľne kmitajúceho oscilátora, alebo formou frekvenčnej syntézy. Uvedený článok popisuje moderné riešenie zobrazovania prijímajnej frekvencie vysieláča formou priameho načítavania frekvencie oscilátora v pásme FM/AM.

### Technické údaje

**Napájacie napätie:** st. 8 V (+5 V).  
**Celkový príkon:** max. 4 VA.  
**Typ zobrazovacej jednotky:** displej LED.  
**Počet zobrazovaných miest:** 5 ( $\pm$  znamienko).  
**Vstupná impedancia (FM, AM):** 75  $\Omega$ .  
**Frekvenčný rozsah:** FM – do 109,30 MHz, AM – do 19 995 kHz.  
**Frekvenčný krok:** FM – 50 kHz (kanál 100 kHz), AM – 1 kHz, popr. 5 kHz (KV).  
**Vstupná citlivosť:** FM – 10 mV, AM – 5 mV.  
**Prednastavenie mF:** FM – 10,600 až 10,775 MHz/12,5 kHz, AM – 449 až 472 kHz 1,0/1,25 kHz.

### Princíp činnosti

Princíp činnosti digitálnej stupnice rozhlasového prijímača FM/AM možno symbolicky znázorniť podľa obr. 1.

Oscilačné napätie z oscilátora FM aj AM: je privádzané na programovateľný preddelič (SAA1058P) s nastaveným de-

liacim pomerom 1:32. Po vydelení je toto napätie privádzané na frekvenčný čítač (SAA1070) s medzifrekvenčným prednastavením daného vlnového rozsahu, dekodér a spínač 4 1/2 miestnej zobrazovacej jednotky, zostavenej z dvoch sekcií príslušných segmentov LED spínaných a riadených v duplexnom režime odvodenom od sieťovej frekvencie 50 Hz. Celkový režim činnosti je synchronizovaný taktočím impulzným generátorom riadeným kryštálom 4 MHz.

Voľba a režim daných vlnových rozsahov sú ovládané v pomocnom obvode elektronického ovládania príslušného režimu.

Elektronické funkcie digitálnej stupnice sú sústredené v dvoch zahraničných integrovaných obvodoch SAA1058 a SAA1070 (Philips). Uvedené IO majú byť perspektívne pripravované aj v RVHP.

### Popis IO

Bloková schéma vnútorného zapojenia programovateľného frekvenčného preddeliča je na obr. 2.

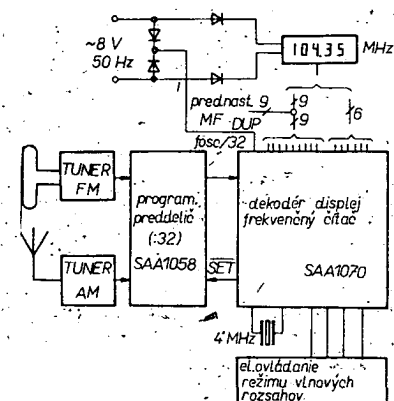
### Základné technické parametre

$U_{cc}$ : +5 V  $\pm$  10 %,   
 $I_{cc}$ : 110 mA,   
 $P_c$ : 550 mW,   
 $f_{vst}$ : 0,5 až 125 MHz,   
 $U_{vst in}$ : 5 až 100 mV,   
 $U_{vst in}$ : 10 až 100 mV.

Obvod obsahuje dvojjstupový vF úrovňový zosilňovač oscilátorového napätia, ktorého frekvencia je v nasledujúcom deliči vydelená 1:32. Deliaci pomer je nastavený nulovým potenciálom na CM33, pri kladnom napätí na CM33 (3 až 5 V) je deliaci pomer preddeliča 1:33. Upravený a vydelený signál je odoberaný z oddeľovacieho stupňa Q OPC.

Správna činnosť uvedeného obvodu je zaručená len vtedy, ak je na jeho vstupy privádzaný len jeden z dvojice zdrojov signálu. Činnosť preddeliča je zrejma z obr. 3.

Na obr. 4 je znázornená bloková schéma vnútorného zapojenia IO SAA1070.



Obr. 1. Bloková schéma digitálneho frekvenčného indikátora

## Základné technické parametre

$U_{cc}$ :  $\pm 5\text{ V} \pm 10\%$ ,  
 $I_{cc}$ : 90 mA,  
 $P_c$ : 900 mW,  
 $f_{vst. max}$ : 3,75 MHz,  
 $C_{vst.}$ : 4 pF,  
 $I_{Q1F}$  až  $Q_{9A}$ : max. 60 mA,  
 $I_{Q10}$  až  $Q_{15}$ : max. 120 mA,  
 $U_{Q1F}$  až  $Q_{15}$ : max. 12 V.

Činnosť IO možno vysledovať z blokového schémy vnútorného zapojenia. Celý pracovný režim IO závisí na súčinnosti taktovacieho generátora riadeného kryštálom 4 MHz a prítomného duplexného signálu (DUP) odvodeného od sieťovej frekvencie 50 Hz. Celú činnosť obvodov možno rozdeliť v jednej polovine duplexného signálu do 20 rovnakých intervalov (presnú činnosť nemožno podrobne opísať, pretože prekračuje rámec tohto

## Zapojenie digitálnej stupnice

Podrobné zapojenie digitálnej stupnice je na obr. 5.

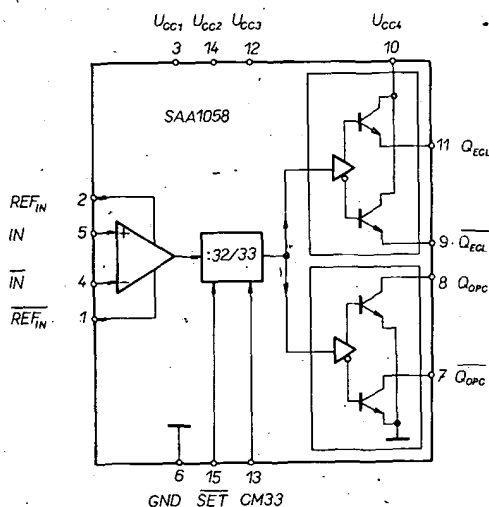
Oscilátorové napätie oscilátora FM (AM) je privádzané na vývod 5 (4) IO SAA1058P, požadovaná vstupná impedancia  $75\ \Omega$  je zaistená rezistorom R2 (R1). Deliaci pomer 1:32 preddeliča je daný nulovým potenciálom vývodu 13 SAA1058. Preddelený a upravený signál z výstupu (8) sa privádza na vstup (12) SAA1070.

Optimálne impedančné prispôsobenie integrovaných obvodov zaručujú rezistory R9 až R11, potlačenie nežiadúcej vstupnej kapacity SAA1070 je zabezpečené rezistorom R12. Základný režim riadiacich obvodov je daný oscilátorom (17, 18) riadeným kryštálom 4,00 MHz a impulzami odvodenými zo sieťového napätia privá-

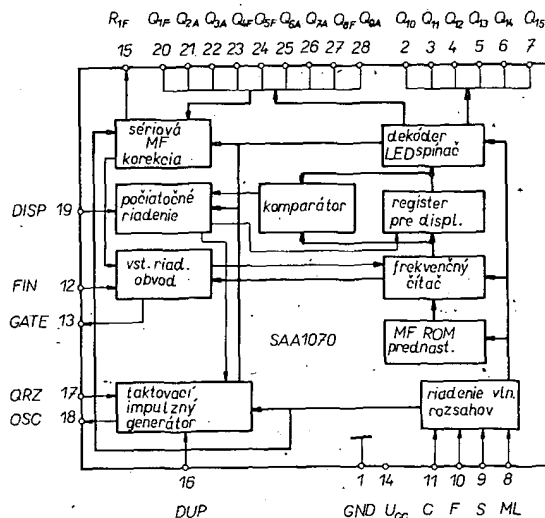
napájané cez rezistory R8 a R7 s príslušnými filtračnými kondenzátormi C7 a C5. Obvodovo je digitálna stupnica rozdelená na dve dosky s plošnými spojmi, na jednej je umiestnená celá elektronika digitálnej stupnice, na druhej zobrazovacia jednotka LED. Rozmiestnenie súčiastok a obrazec plošných spojov sú na obr. 6.

## Oživenie a nastavenie

Najskôr kvôli istote správneho zapojenia zobrazovacej jednotky je výhodné „elektronicky“ prekontrolovať všetky segmenty displejov tak, že celú dosku zobrazovacej jednotky prepojíme s osadenou (okrem SAA1070) doskou elektroniky digitálnej stupnice. Najskôr na bod 1 (napájanie displeja 1, 3, 5) pripojíme cez



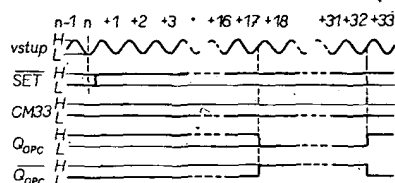
Obr. 2. Bloková schéma vnútorného zapojenia SAA1058



Obr. 4. Bloková schéma vnútorného zapojenia SAA1070

článku), v ktorých sa načíta okamžitá hodnota privedenej frekvencie porovnaním načítaného údaj s údajom displeja, obsah sa presunie do registra indikácie a načítajú sa údaje medzifrekvenčnej referencie z pamäte ROM so súčasnou sériovou korekciou v samotnom dekódéri. Preddelený oscilátorový signál 1:32 prichádza cez riadený vstupný obvod (FIN) do čítača, kde sa načíta okamžitá frekvencia privedeného signálu, ktorá sa porovnáva s predchádzajúcim údajom po dobu 3 cyklov. Údaj displeja sa zmení až vtedy, ak nastane zmena po 3 cykloch, čím sa prakticky potlačí náhodné preklápanie poslednej zobrazenej číslice.

Obvod dekodéra riadi sedemsegmentový spínač uzemňujúci príslušné ( $Q_{1F}$  až  $Q_{9A}$  a  $Q_{10}$  až  $Q_{15}$ ) dve dvojice sústav segmentov zobrazovacej jednotky v duplexnom režime na nulový potenciál. Vlnový rozsah, popr. kanál je možné voliť obvodom riadenia vlnového rozsahu logikou na vstupoch C, F, S a ML.



Obr. 3. Časový diagram pre programovateľný preddelič

dzanými cez ochranný rezistor R13 na vývod 16 SAA1070. Rezistorovou maticou R38 až R45 možno presne prednastaviť medzifrekvenciu použitú v danom prijímači. Impulzný a jednosmerný režim obvodov MF korekcií je zaistený diódami D1, D2 a deličom R15 a R16. Indikačná 4 1/2 miestna zobrazovacia jednotka LED so spoločnou anódou je striedavo synchronne (odvodené opäť od sieťovej frekvencie) napájaná cez diódy D3 a D4. Katódy jednotlivých segmentov displejov LED sú cez pracovné rezistory R18 až R35 striedavo v danom rytme ovládané výkonovými spínačmi na vývodoch 2 až 6 a 20 až 28 SAA1070. Údaj číselného zobrazenia v MHz alebo kHz je indikovaný diódami LED D9 a D10. Ich režim a zároveň stav pevnej desatinnej bodky je riadený dekódérom SAA1070 na vývode 7 integrovaného obvodu. Transistor T1 ovládaný potenciálom segmentu znamienka + skratuje segment znamienka - pri indikácii príslušného čísla kanálu „plus“. V prípade použitia zlúčenej znamienkovej segmentovky LED možno tranzistor T1 a R50 vynechať. Diódy D5 až D8 a D11 sú ochranné diódy segmentov  $a_1$ ,  $f_5$ ,  $e_5$ ,  $d_5$  a  $h_3$ .

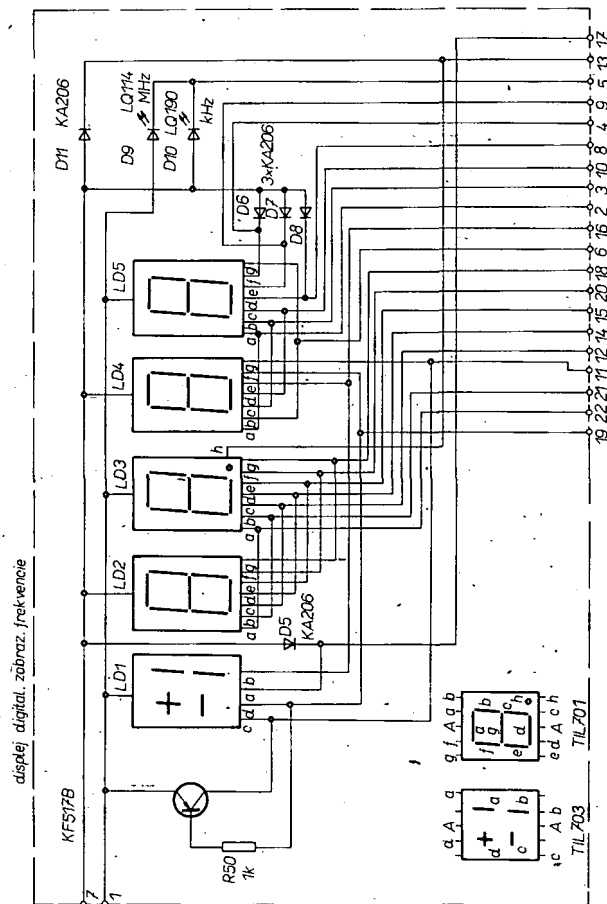
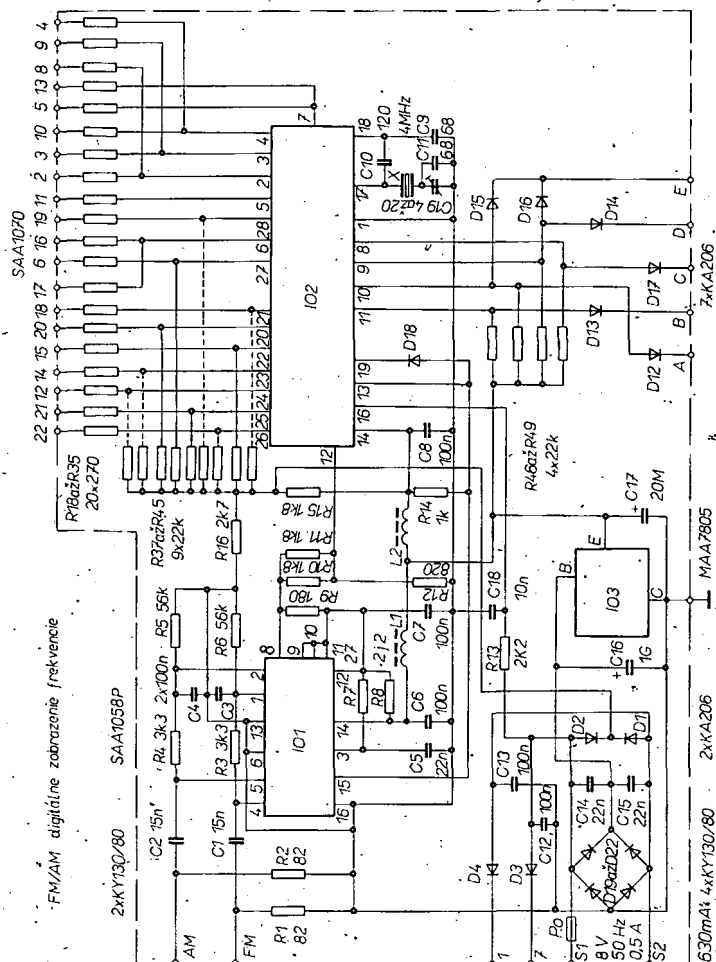
Integrované obvody SAA1058, 1070 sú napájané napätím  $\pm 5\text{ V}$  zo stabilizovaného zdroja osadeného MAA7805 cez tlmičky L1 a L2 s filtračnými kondenzátormi C6 a C8. Z dôvodu funkcie SAA1058 je priamo napätím  $\pm 5\text{ V}$  napájaný len stupeň deliča SET, samostatný deliaci stupeň,

ochranný rezistor  $100\ \Omega$  napätie  $\pm 5$  až  $8\text{ V}$  z pomocného zdroja, pričom postupne skratováme podľa tab. 1 na zem uvedené vývody SAA1070, pričom zároveň kontrolujeme rozsvietenie príslušných segmentov. Displej kontrolujeme rovnakým spôsobom aj pri napájaní bodu 7 (napájanie displeja 2, 4).

Po premeraní správnej funkcie všetkých segmentov zobrazovacej jednotky možno ju odpojiť a pristúpiť k oživeniu ostatných obvodov. Po oživení napájacieho zdroja  $\pm 5\text{ V}$  možno prekontrolovať správnu činnosť preddeliča SAA1058, ku

Tab. 1. Kontrola segmentov zobrazovacej jednotky

Uzemnený vývod SAA1070	Napájanie do bodu	
	1	7
2	a5 d5	a4
3	b5 e5	c4
4	c5 f5	d4
5		g4
6	b1 a1	e4
7	h3 LED MHz	LED kHz
20	f3	f2
21	g3	g2
22	e3	e2
23	d3	d2
24	c3	c2
25	b3	b2
26	a3	a2
27	g5	b4
28	+	f4



ktorému je nutný presný čítač. Na vstup FM privedieme z vľ generátora napätie 50 mV s frekvenciou napr. 96,00 MHz, na výstupe preddeľiča (vývod 8 SAA1058) musíme čítačom zmerať frekvenciu 3,00 MHz. Podobne na vstup AM privedieme signál 50 mV s frekvenciou napr. 1600 kHz, na výstupe musíme zmerať frekvenciu 50 kHz. Zároveň možno zmerať odoberaný prúd preddeľiča zo zdroja +5 V, ktorý je typicky 110 mA. Odber SAA1070 je typicky 90 mA.

V ďalšom možno pristúpiť k nastaveniu frekvencie oscilátora, ktorý má byť presne 4,000 MHz. K meraniu je nutné poznať kapacitu prívodnej tienenej šnúry čítača a jeho vstupnú kapacitu, aby sme vedeli, o koľko rozladíme obvod oscilátora po pripojení čítača. Rozladenie samostatného oscilátora je -4 Hz/pF. Napr. ak k meraniu použijeme tienennú šnúru s vlastnou kapacitou  $C_s = 100$  pF a čítač s  $C_c = 15$  pF, postupujeme nasledovne. Na vývod 18 SAA1070 pripojíme cez väzobný kondenzátor  $C_v = 15$  pF čítač s dostatočnou citlivosťou. Vlastný oscilátor zaťažíme celkovou kapacitou

$$C_{\text{celk}} = \frac{(C_s + C_c) C_v}{C_s + C_c + C_v} = \frac{(100 + 15) \cdot 15}{100 + 15 + 15} = 13,27 \text{ pF},$$

príčom oscilátor rozladíme o:

$$f_i = 4C_{\text{celk}} = 4 \cdot 13,27 = 53 \text{ Hz},$$

takže trimrom C19 nastavíme frekvenciu čítača:

$$f_c = f_k - f_i = 4\,000\,000 - 53 = 3\,999\,947 \text{ Hz}.$$

V ďalšom je nutné nastaviť individuálne medzifrekvenciu prijímača FM aj AM. K tomu musíme presne poznať strednú frekvenciu každého filtra. Ak ju presne nepoznáme, možno ju zmerať v nasledovných zapojeniach (obr. 8).

Každému filteru zmeráme útlmovú charakteristiku, pričom strednú frekvenciu určíme zo vzťahu (obr. 9):

$$f_s = \frac{f_1 + f_2}{2}.$$

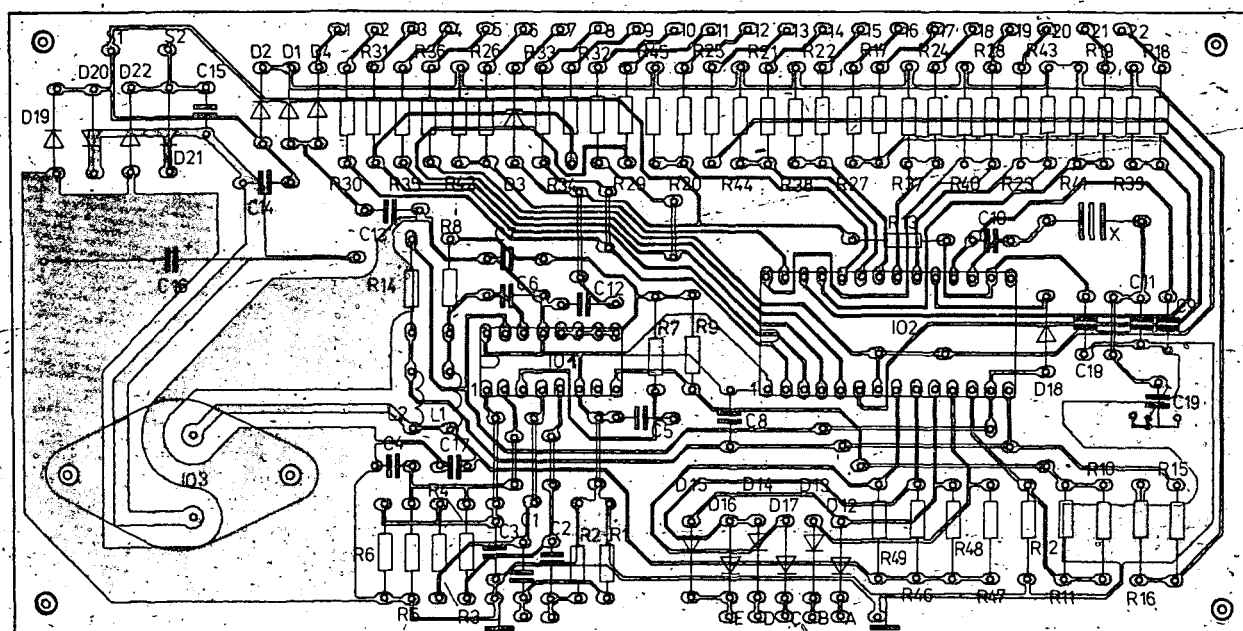
Strednú frekvenciu možno určiť taktiež vľ rozmietačom v súčinnosti s presným externým generátorom.

Ak poznáme strednú frekvenciu použitých filtrov, prednastavíme mf pre FM aj AM podľa tab. 2 a 3.

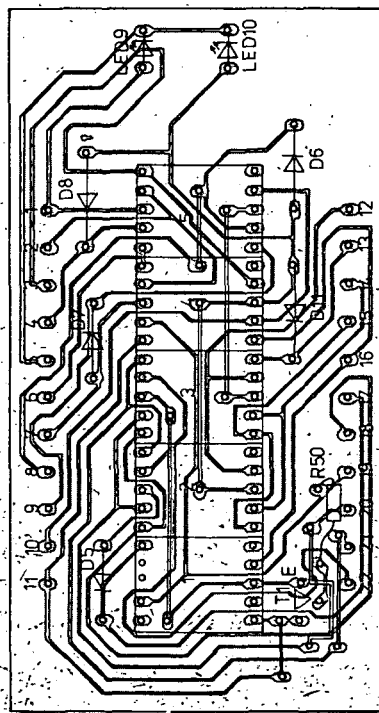
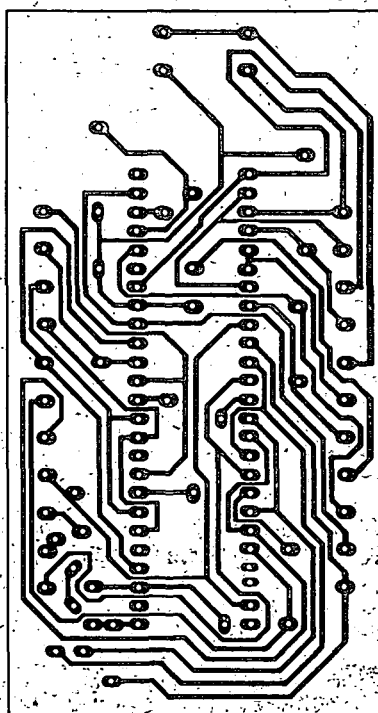
SAA1070 umožňuje zobraziť frekvenciu prijímaného signálu v pásme FM, príp. indikovať príslušný kanál alebo AM v rozsahu DV, SV a KV, prípadne zatemniť displej. Režim jednotlivých rozsahov možno voľiť voľbou logických stavov na vývodoch 8 až 11 SAA1070 podľa tab. 4.

Tab. 5 znázorňuje akú minimálnu a maximálnu hodnotu zvolenej funkcie možno znázorniť v jednotlivých poliach LED zobrazovacej jednotky.

V pásme VKV možno zobraziť údaj frekvencie prijímaného signálu v obidvoch pásmach VKV I a VKV II, tj. 65,5 až 74,0 MHz alebo 87,5 až 108,0 MHz. V pásme VKV II sú jednotlivým frekvenciám pridelené čísla kanálov v rastri 300 kHz, pričom frekvencii 87,3 MHz odpovedá kanál 01, príp. frekvencii 108,0 MHz kanál 70. Vzhľadom na lineárny prevod frekvencia/kanál odpovedajú v pásme VKV I hraničným frekvenciám 65,40 MHz 28. kanál, príp. 74,10 MHz 57. kanál. Jemnejší raster s krokom 100 kHz rozlišujú okrem príslušného čísla daného kanálu znamienka + a -. Napr. frekvencii 94,20 MHz odpovedá 24. kanál, frekvencii 94,10 MHz - 24. kanál a frekvencii 94,30 + 24. kanál.



Obr. 6. Dosky R102 a R103 s plošnými spojmi digitálnej stupnice



Ak nemáme k dispozícii k nastaveniu digitálnej stupnice presný čítač alebo generátor, môžeme digitálnu stupnicu nastaviť aj bez meracích prístrojov podľa známej frekvencie miestneho vysielača. Za predpokladu správnej funkcie preddefinície SAA1058 nastavíme trimer C19 do strednej polohy a kombináciu rezistorov matice R37 až R45 určíme zhruba podľa farebného frekvenčného značenia použitých filtrov, prípadné odchýlky od známej frekvencie miestneho vysielača sa snažíme vyrovnať trimrom C19 (alebo aj C11), alebo prípadnými frekvenčne „blízkymi“ kombináciami v rezistorovej matici R35 až R45. Správnosť zobrazenej frekvencie kontrolujeme pomocou viacerých vysielačov v pásme FM aj AM. Treba poznamenať, že k takejto „metóde“ treba mať nielen veľa trpezlivosti, ale aj správne zladený celý prijímač.

## Konstrukčné zapojenie v prijímači

Vzhľadom na malú vstupnú impedanciu vstupov FM aj AM pásma nemožno pripojiť oscilačné napätie oscilátora priamo na vstup digitálnej stupnice, ale cez vyoddelovacie stupne s takou vstupnou impedanciou, aby čo najmenej zafažili



Tab. 2. Prednastavenie mf referencie v pásme AM

Vývod SAA1070 21 22 25 26 28	Medzifrekvenca filtra	
	KV [ kHz]	DV/SV [ kHz]
0 0 0 0 0	460,00	460
0 0 0 1 0	448,75	449
1 0 0 1 0	450,00	450
0 1 0 1 0	451,25	451
1 1 0 1 0	452,50	452
0 0 1 1 0	453,75	453
1 0 1 1 0	455,00	454
0 1 1 1 0	456,25	455
1 1 1 1 0	457,50	456
0 0 0 0 1	456,25	457
1 0 0 0 1	457,50	458
0 1 0 0 1	458,75	459
1 1 0 0 1	460,00	460
0 0 1 0 1	461,25	461
1 0 1 0 1	462,50	462
0 1 1 0 1	463,75	463
1 1 1 0 1	465,00	464
0 0 0 1 1	463,75	465
1 0 0 1 1	465,00	466
0 1 0 1 1	466,25	467
1 1 0 1 1	467,50	468
0 0 1 1 1	468,75	469
1 0 1 1 1	470,00	470
0 1 1 1 1	471,25	471
1 1 1 1 1	472,50	472

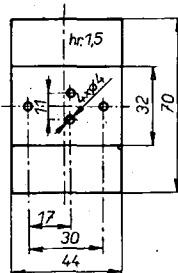
Symbol 1 zapojený R = 22 kΩ,  
symbol 0 nezapojený R = 22 kΩ  
(z matice R18 až R45).

Tab. 3. Prednastavenie mf referencie v pásme FM

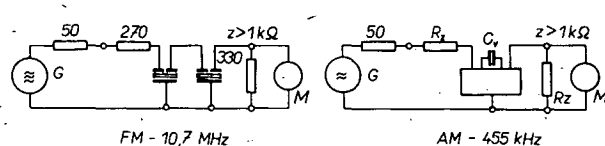
Vývod SAA1070 20 23 24 27	Medzifrekvenca filtra [ MHz]
0 0 0 0	10,70
1 0 0 0	10,60
0 1 0 0	10,6125
1 1 0 0	10,625
0 0 1 0	10,6375
1 0 1 0	10,65
0 1 1 0	10,6625
1 1 1 0	10,675
0 0 0 1	10,6875
1 0 0 1	10,70
0 1 0 1	10,7125
1 1 0 1	10,725
0 0 1 1	10,7375
1 0 1 1	10,75
0 1 1 1	10,7625
1 1 1 1	10,775

obvod oscilátora. Výstupná impedancia oddeľovacích stupňov má byť 75 Ω. Obidva oddeľovacie stupne možno realizovať v zapojeniach podľa obr. 10 a 11.

Oddeľovací stupeň na obr. 10 je v podstate jednodušší zosilňovač. Pracovný rezistor R1 zaisťuje jeho výstupnú impedanciu zhruba 75 Ω, jednosmerný pracovný bod je nastavený rezistorom R2 cez väzobné vinutie L<sub>v</sub>. Napáťový zisk uvedeného stupňa (f = 100 MHz) je na impedancii 75 Ω asi 6 dB. Väzobné vinutie možno vo všeobecnosti realizovať 1 až 2 vlnne naviazanými závitmi k ladiacemu obvodu oscilátora. Napr. v rozšírenej vstupnej jednotke podľa AR 2/77 naviazaním 1 z navinutého asi 2 mm od ladiaceho vinutia možno s uvedeným oddeľovacím stupňom na 75 Ω záťažou merať 45 až 50 mV oscilačného napätia v obidvoch normách pri prakticky minimálnom rozladiení oscilátora. Oddeľovací stupeň je vhodné umiestniť priamo do krytu vstupnej jednotky.



Obr. 7. Chladič stabilizátora MAA7805



Obr. 8. Meracie zapojenie k meraniu filtrov FM, AM

Tab. 4. Režim rozsahov SAA1070

Režim	Vývod SAA1070 8 9 10 11			
FM	1	1	0	1
Kanál	1	1	x	0
DV/SV	0	1	1	x
KV	1	0	1	x
Zatmenie	x	0	0	x

0 – 0 až 1 V  
1 – 2 až 5 V  
x – nevz. stav

Tab. 5. Zobrazenie min. a max. údajov zvolenej funkcie v jednotlivých políach zobrazovacej jednotky

	Displej					Displej				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
FM	0	0	0	0	MHz	1	0	9	3	0
kanál	-	0	0	-	-	-	6	-	4	-
DV/SV	0	0	0	-	kHz	1	9	9	9	-
KV	0	0	0	0	kHz	1	9	9	9	5

Oddeľovací stupeň AM oscilátora možno realizovať obdobne podľa obr. 11.

Uvedené zapojenie oddeľovacieho stupňa možno použiť pre rozsah DV, SV a KV. Napáťový zisk uvedeného stupňa ( $C_v = 1 \text{ nF}$ ;  $f = 1 \text{ MHz}$ ) na impedancii 75 Ω je 10 dB. Väzobný kondenzátor C<sub>v</sub> je nutné voliť podľa väzby ladiacich vinutí jednotlivých oscilátorových cielok daných vlnových rozsahov. Zároveň kvôli zaručeniu preladiťnosti zvolených vlnových rozsahov pridanou kapacitnou záťažou oddeľovacieho stupňa je vhodné voliť väzobný kondenzátor C<sub>v</sub> do 100 pF. S väzobným kondenzátorom C<sub>v</sub> = 82 pF má oddeľovací stupeň nasledovné napäťové prenosy:

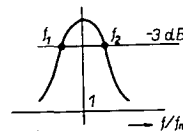
$f_1 = 600 \text{ kHz}$ ,  $A_1 = -10 \text{ dB}$ ;  $f_2 = 1 \text{ MHz}$ ,  $A_2 = -6 \text{ dB}$ ;  $f_3 = 10 \text{ MHz}$ ,  $A_3 = -1 \text{ dB}$ .

Režim ovládania všetkých funkcií digitálnej stupnice je daný logickou kombináciou na vývodoch 8 až 11 SAA1070. Jedno možné elektronické ovládanie týchto funkcií v prijímači je na obr. 12. Vlastná riadená logická sieť je realizovaná obvodmi z tranzistorov T1 až T7. Túto sieť možno ovládať príslušnými senzorovými kanálmi základných vlnových rozsahov, alebo predvolieb. Na zmeny režimu týchto funkcií reagujú kladnou nábežnou hranou monostabilné klopné obvody (vstupy Funkcia, Predvolby), ktoré za daný okamih ( $\tau = 1,1RC$ ) so zvolenou časovou konštantou zatmenia celú zobrazovaciu jednotku.

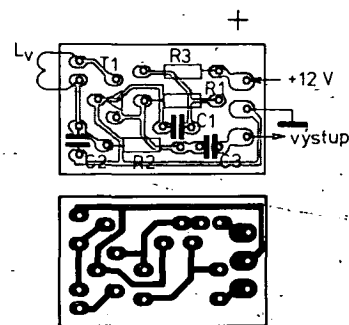
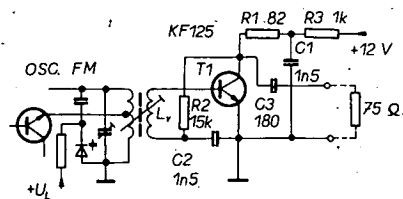
Režim frekvencia/kanál v pásme VKV možno riadiť napr. bistabilným klopným obvodom ovládaným tlačítkom T11.

Konkrétne zapojenia dielčích obvodov blokovej schémy je na obr. 13.

Celkový režim elektronického ovládania možno zhrnúť do logickej tabuľky (tab. 6).



Obr. 9. Útlmová charakteristika filtra



Obr. 10. Oddeľovací stupeň oscilátora FM (doska R104)

Tab. 6. Režim elektronického ovládania funkcií digitálnej stupnice v prijímači

Funkcia	Vývod SAA1070 8 9 10 11			
FM	1	1	0	1
Kanál	1	1	1	0
DV	0	1	1	1
SV	0	1	1	1
KV	1	0	1	1
GR/MGF	1	0	0	1
Zatmen. FM	1	0	0	1
Zatmen. kanál	1	0	0	0
Zatmen. DV	0	0	0	1
Zatmen. SV	0	0	0	1
Zatmen. KV	1	0	0	1
Zatmen. GR/MGF	1	0	0	1

0 – 0,65 V  
1 – 4,8 V

## Zoznam súčiastok

Doska digitálnej stupnice

Rezistory (TR 212)

R1, R2	82 Ω
R3, R4	3,3 kΩ
R5, R6	56 kΩ
R7	27 Ω
R8	2,2 Ω
R9	180 Ω
R10, R11, R15	1,8 kΩ
R12	820 Ω
R13	2,2 kΩ



R14, R50 1 kΩ  
 R16 2,7 kΩ  
 R18 až R35 TR 151, 270 Ω  
 R37 až R49 22 kΩ  
**Kondenzátory**  
 C1, C2 TK 783, 15 nF  
 C3, C4, C6, C7, C8 TK 782, 100 nF  
 C5 TK 782, 22 nF  
 C9, C11 TK 754, 68 pF  
 C10 TK 754, 120 pF  
 C12, C13 TK 783, 100 nF  
 C14, C15 TK 783, 22 nF  
 C16 TE 984, 1000 μF  
 C17 TE 004, 20 μF  
 C18 TK 783, 10 nF  
 C19 trimer 4 až 20 pF  
**Polovodičové prvky**

IO1 SAA1058 (SAA1059)  
 IO2 SAA1070  
 IO3 MAA7805  
 T1 KF517B  
 D1, D2, D5 až D8, D11, D18 KA206  
 D3, D4 KY132/80  
 D9 LQ114  
 D10 LQ190  
 D12 až D17 KA261  
 D19 až D22 KY130/80  
 LD1 TIL703  
 LD2 až LD5 TIL701

**Ostatné prvky**  
 L1, L2 10 μH (32 z, Ø 0,12 mm CuL na jadre N01 o Ø 4 mm)

Doska oddeľovacieho stupňa FM

**Rezistory (TR 212)**

R1 82 Ω  
 R2 15 kΩ  
 R3 1 kΩ

**Kondenzátory**

C1, C2 TK 744, 1,5 nF  
 C3 TK 754, 180 pF

**Polovodičové prvky**

T1 KF125

Doska oddeľovacieho stupňa AM

**Rezistory (TR 212)**

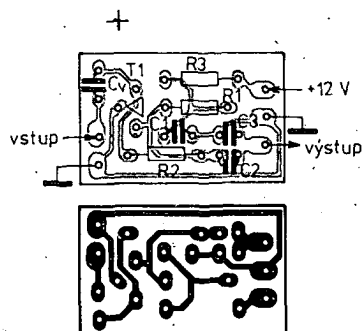
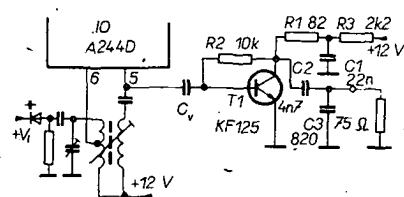
R1 82 Ω  
 R2 10 kΩ  
 R3 2,2 kΩ

**Kondenzátory**

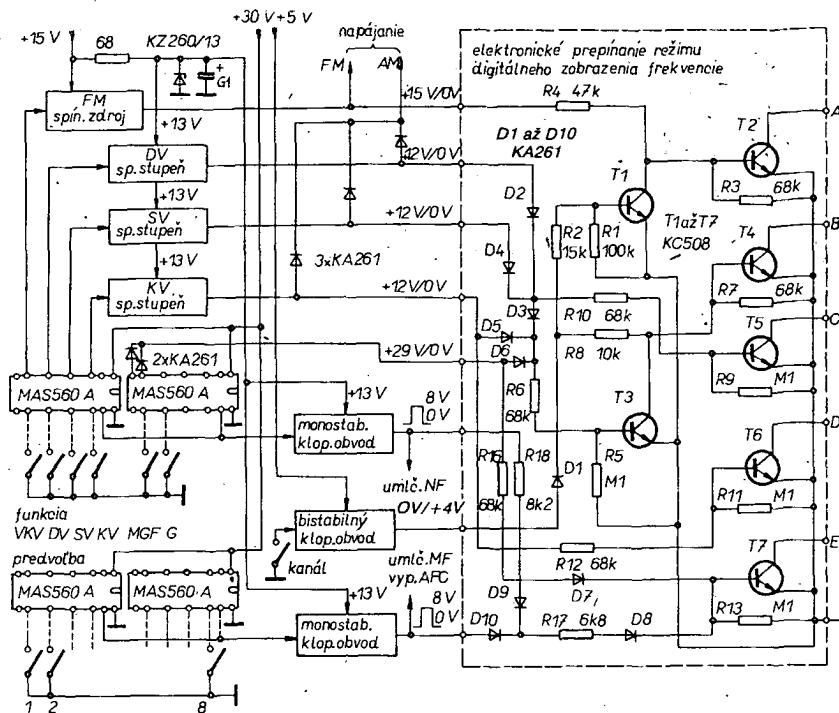
C1 TK 764, 22 nF  
 C2 TK 764, 4,7 nF  
 C3 TK 724, 820 pF  
 C<sub>v</sub> TK 754, 82 pF

**Polovodičové prvky**

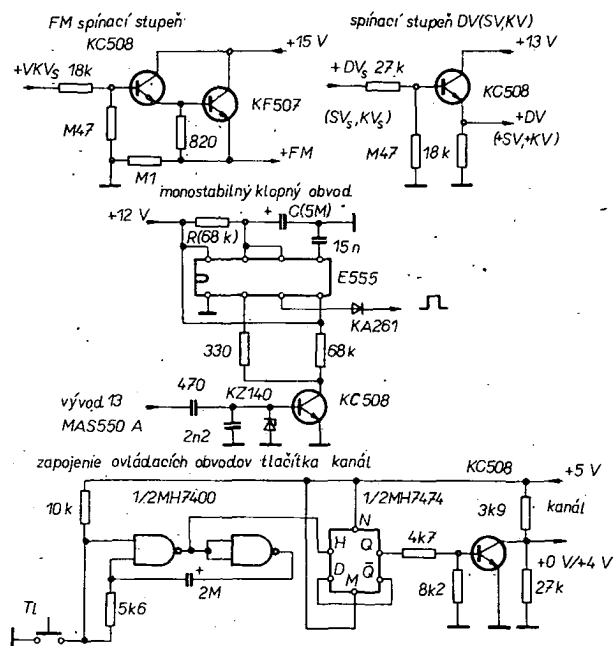
T1 KF125



Obr. 11. Oddeľovací stupeň oscilátora AM (doska R105)



Obr. 12. Elektronické ovládanie funkcií v prijímači (diody u MAS560A majú byť pripojeny o jeden vývod vpravo)



Obr. 13. Zapojenie dielčích obvodov elektronického ovládača

## Záver

Pri praktickej realizácii digitálnej stupnice v prijímači môže dochádzať vplyvom statickej indukcie k vzájomnému ovplyvňovaniu jednotlivých vstupov predzela FM/AM, čo sa prejaví načítaním „falošných“ stálych či meniacich sa údajov na displeji. Tento jav možno odstrániť premostením vstupu AM (FM) predzela keramickým kondenzátorom kapacity 22 až 560 pF. Pripojením tohto kondenzátora je však nutné počítať s nižším napäťovým prenosom oddeľovacích stupňov oscilátora. V prípade nedostatočného zisku stupňov po pripojení tohto kondenzátora je nutné vypustiť kondenzátor C3 v oddeľovacom stupni AM, popr. zväčšiť stupeň väzby L<sub>v</sub> v stupni FM. Oscilačné napätie

z oscilátora FM aj AM je nutné privádzať na vstup predzela v tienenom káblov. Dosku elektroniku digitálnej stupnice s doskou zobrazovacej jednotky je najvhodnejšie spojiť plochým 22žilovým káblom. Jeho dĺžka vzhľadom na vyžarovanie vyšších harmonických produktov spínacích úrovní nie je kritická, pretože jednotlivé segmenty sa „preklápujú“ v okamihu, keď napájanie zobrazovacej jednotky odvodené od sieťovej frekvencie prechádza práve nulou.

V prípade, ak chceme napájať digitálnu stupnicu len zo zdroja jednosmerného napätia (napr. v autoprijímači), je nutné doplniť digitálnu stupnicu obvodmi spínacích zdrojov aproximujúcich sinusový priebeh sieťovej frekvencie najjednoduchšie lichobežníkovým priebehom.

# PROGRAMOVÁ PŘÍLOHA

## Výpočet polohy Mesiaca na kalkulačce TI-58/59, azimutální montáž antén

Ján Polec, OK3DQ

MJD = JD - 2400000,5  
 $T = (MJD - 15019,5) \div 36525$   
 $L = 270,43^\circ + 481267,88^\circ \cdot T$   
 $\omega = 334,33^\circ + 4069,03^\circ \cdot T$   
 $\Omega = 259,18^\circ - 1934,14^\circ \cdot T$   
 $L' = 279,70^\circ + 36000,77^\circ \cdot T$   
 $\lambda = L + 0,65^\circ \sin 2(L - L') - 6,29 \sin(L - \omega) - 1,27 \sin(2L' - L - \omega)$   
 $\beta = 5,12 \sin(L - \Omega)$   
 $\epsilon = 23,45^\circ - 0,01^\circ \cdot T$

$$\tan \alpha = \frac{\cos \beta \sin \lambda \cos \epsilon - \sin \beta \sin \epsilon}{\cos \beta \cos \lambda}$$

$\sin \delta = \cos \beta \sin \lambda \sin \epsilon + \sin \beta \cos \epsilon$   
 $d = \text{INT}(MJD - 33282)$  celočíselná část  
 $fr = \text{FRAC}(MJD)$  zlomková část  
 $s = 100,08^\circ + 0,9856401^\circ \cdot d + 360,99^\circ + E$   
 $t = s - \alpha$

$$\tan A = \frac{\cos \delta \cdot \sin t}{\cos \delta \cdot \sin \varphi \cos t - \sin \delta \cos \varphi}$$

$\sin A = \frac{\cos \delta \cdot \sin t}{\cos z}$

$\cos z = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t$  (-90 stupňův)  
 $\sin z = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t$   
 $E = \text{zemepisná délka} - \text{kladná na východ}$   
 $\varphi = \text{zemepisná šířka}$   
 $A = \text{azimut počítaný kladně na západ} + 180 \text{ stupňův}$   
 $z = \text{zenitová vzdálenost}$   
 $\text{náklon (elevácia)} 90 - z$   
 $JD = \text{Julianský datum}$   
 $MJD = \text{Miestny Julianský datum vrátane zlomku dňa}$   
 Úprava niektorých vzťahov pred programovaním:

$$L = 270,43 + 481267,88 \frac{MJD - 13019,5}{36525} = 13,17639644 \cdot MJD - 197632,4563$$

$$\omega = 334,33 + 4069,03 \frac{MJD - 15019,5}{36525} = 0,1114039699 MJD - 1338,901926$$

$$L' = 279,7 + 36000,77 \frac{MJD - 15019,5}{36525} = 0,9856473648 MJD - 14524,2306$$

$$\epsilon = 23,45 - 0,01 \frac{MJD - 15019,5}{36525} = 23,45411211 - 2,737850787 \cdot 10^{-7} MJD$$

### Postup výpočtu:

- 1) Zapnúť kalkulačtor.
- 2) Rozdeľte pamäť: **2nd Op17 CLR**, tým je pamäť rozdelená na 320 krokov a 20 pamäti.
- 3) Vložte do pamäti konštanty a údaje z tabulky.

- 4) Stlačte tlačidlo **LRN** a skontrolujte, či kalkulačtor je na nulovom kroku 000 00.
- 5) Vložte program.
- 6) Stlačte **LRN**.
- 7) Ručne vypočítajte:  $JD - 2400000,5$  a výsledok vložte do pamäti 01.
- 8) Vložte do pamäti 00 počiatočný čas v hodinách v desiatkovom delení.
- 9) Stlačte tlačidlo **RST** a potom **R/S**.
- 10) Počkajte na výsledok - elevačný uhol.
- 11) Stlačte tlačidlo **R/S** a počkajte na výsledok - azimut v stupňoch.
- 12) Po každom ďalšom stlačení tlačidla **R/S** po azimute, kalkulačtor vypočíta uhly o 5 minút v neskoršom čase.

Po vložení údajov do pamäti stlačte tlačidlo **LRN** a vložte program do kalkulačtoru.

STO 00 čas GMT  
 STO 01 MJD  
 STO 02 13,17639644  
 STO 03 197632,4563  
 STO 04 0,1114039699  
 STO 05 1338,901926  
 STO 06 1054,520609  
 STO 07 0,0529538672  
 STO 08 0,9856473648  
 STO 09 14524,2306  
 STO 10 23,45411211  
 STO 11  $2,737850787 \cdot 10^{-7}$   
 STO 12  $\varphi$   
 STO 13 0,9856401  
 STO 14  $100,08 + E + (180)$   
 STO 15 360,99  
 STO 16  $\alpha, t$  (dosadí kalkulačtor)  
 STO 17  $\epsilon, d$  (dosadí kalkulačtor)  
 STO 18  $\lambda$  (dosadí kalkulačtor)  
 STO 19  $\beta, z$  (dosadí kalkulačtor)

### Výpis programu

000 43 RCL	049 75 -	099 65 X	149 43 RCL	199 38 2nds	249 85 +
001 00 00	050 43 RCL	100 93 .	150 10 10	200 65 x	250 43 RCL
002 55 ÷	051 02 02	101 06 6	151 75 -	201 43 RCL	251 17 17
003 02 2	052 65 X	102 05 5	152 43 RCL	202 17 17	252 38 2nds
004 04 4	053 43 RCL	103 85 +	153 11 11	203 39 2ndcos	253 65 x
005 85 +	054 01 01	104 43 RCL	154 65 x	204 95 =	254 43 RCL
006 43 RCL	055 85 +	105 02 02	155 43 RCL	205 22 INV	255 12 12
007 01 01	056 43 RCL	106 65 x	156 01 01	206 38 2nds	256 38 2nds
008 95 =	057 03 03	107 43 RCL	157 54 )	207 42 STO	257 95 =
009 42 STO	058 75 -	108 01 01	158 42 STO	208 17 17	258 22 INV
010 01 01	059 43 RCL	109 75 -	159 17 17	209 43 RCL	259 38 2nds
011 43 RCL	060 04 04	110 43 RCL	160 39 2ndcos	210 01 01	260 42 STO
012 02 02	061 65 X	111 03 03	161 75 -	211 75 -	261 19 19
013 65 X	062 43 RCL	112 95 =	162 53 C	212 03 3	262 95 =
014 43 RCL	063 01 01	113 42 STO	163 43 RCL	213 03 3	263 91 R/S
015 01 01	064 85 +	114 18 18	164 19 19	214 02 2	264 43 RCL
016 75 -	065 43 RCL	115 38 2nds	165 38 2nds	215 08 8	265 19 19
017 43 RCL	066 05 05	116 65 x	166 65 x	216 02 2	266 39 2ndcos
018 03 03	067 54 )	117 53 C	167 43 RCL	217 95 =	267 55 ÷
019 75 -	068 38 2nds	118 05 5	168 17 17	218 59 2ndint	268 43 RCL
020 43 RCL	069 65 X	119 93 .	169 38 2nds	219 65 x	269 17 17
021 04 04	070 01 1	120 01 1	170 54 )	220 43 RCL	270 39 2ndcos
022 65 X	071 93 .	121 02 2	171 95 =	221 13 13	271 55 ÷
023 43 RCL	072 02 2	122 65 x	172 55 ÷	222 85 +	272 43 RCL
024 01 01	073 07 7	123 53 C	173 43 RCL	223 43 RCL	273 16 16
025 85 +	074 85 +	124 43 RCL	174 19 19	224 14 14	274 38 2nds
026 43 RCL	075 53 C	125 02 02	175 39 2ndcos	225 85 +	275 95 =
027 05 05	076 53 C	126 65 x	176 55 ÷	226 43 RCL	276 35 1/x
028 95 =	077 43 RCL	127 43 RCL	177 43 RCL	227 15 15	277 22 INV
029 38 2nds	078 02 02	128 01 01	178 18 18	228 65 x	278 38 2nds
030 65 X	079 65 X	129 75 -	179 39 2ndcos	229 43 RCL	279 85 +
031 06 6	080 43 RCL	130 43 RCL	180 95 =	230 01 01	280 01 1
032 93 )	081 01 01	131 03 03	181 22 INV	231 22 INV	281 08 8
033 02 2	082 75 -	132 75 -	182 30 2ndtan	232 59 2ndint	282 00 0
034 09 9	083 43 RCL	133 43 RCL	183 42 STO	233 95 =	283 95 =
035 75 -	084 03 03	134 06 06	184 16 16	234 75 -	284 91 R/S
036 53 (	085 75 -	135 85 +	185 43 RCL	235 43 RCL	285 02 2
037 53 (	086 43 RCL	136 43 RCL	186 19 19	236 16 16	286 08 8
038 43 RCL	087 08 08	137 07 07	187 39 2ndcos	237 95 =	287 08 8
039 08 08	088 65 X	138 65 x	188 65 x	238 42 STO	288 35 1/x
040 65 X	089 43 RCL	139 43 RCL	189 43 RCL	239 16 16	289 44 SUM
041 43 RCL	090 01 01	140 01 01	190 18 18	240 39 2ndcos	290 01 01
042 01 01	091 85 +	141 54 )	191 38 2nds	241 65 x	291 61 GTO
043 75 -	092 43 RCL	142 38 2nds	192 65 x	242 43 RCL	292 00 11
044 43 RCL	093 09 09	143 54 )	193 43 RCL	243 17 17	
045 09 09	094 54 )	144 42 STO	194 17 17	244 39 2ndcos	
046 54 )	095 65 X	145 19 19	195 38 2nds	245 65 x	
047 65 X	096 02 2	146 39 2ndcos	196 85 +	246 43 RCL	
048 02 2	097 54 )	147 65 x	197 43 RCL	247 12 12	
	098 38 2nds	148 53 (	198 19 19	248 39 2ndcos	

## Kontrolný príklad:

JD 1. 2. 1980 = 2444270,5

- 2400000,5

44270

vložiť do STO 01  
Čas 01.00 GMT 1 vložiť do STO 00  
= 49,32 vložiť do STO 12  
E = 19,53 plus 100,08 (+180)  
vložiť do STO 14  
výsledok z (náklon, elevácia)

47,32 stupňov  
A (azimut) 229,19 stupňov  
01.00 47,32 229,19 03.00 30,26 258,05  
.05 46,71 230,64 .05 29,48 259,05  
.10 46,09 232,07 .10 28,70 260,04  
.15 45,46 233,47 .15 27,91 261,02

Rovnice pre výpočet polohy mesiaca pri  
polárnej montáži antén:

$\sin t \cdot \cos \delta = \cos h \cdot \sin A$   
 $\cos t \cdot \cos \delta = \cos \varphi \cdot \sin h + \sin \varphi$   
 $\sin \delta = \sin \varphi \cdot \sin h - \cos \varphi \cdot \cos h \cdot \cos A$   
Ostatné vzťahy sú rovnaké ako pri pred-  
chádzajúcom výpočte pre azimutálnu  
montáž antén.

## Návrh sieťového transformátora (HP-41C)

Program je pre kalkulátor HEWLETT  
PACKARD HP-41C a počíta návrh trans-  
formátora na sieť s prvkami optimalizácie.

### Postup:

- Podľa počtu sekundárnych vinutí  
zmeňte pomer dátových a programo-  
vých registrov, napr.  $U_1, U_2, I_2, U_3, I_3$   
zodpovedá SIZE 013.
- Zadajte požadované údaje  $U_1, U_2, I_2, U_3,$   
 $I_3 \dots U_n, I_n$  [V; A] tlačítkom R/S,  
zadávanie dát ukončíte hodnotami  
 $U_n = 0 \text{ V}, I_n = 0 \text{ A}$ .
- Po vypočítaní prierezu jadra  
QVYP = stlačte R/S a zadajte prierez  
jadra ktoré máte v  $\text{cm}^2$  s ohľadom na  
podmienku  $QSKU \geq QVYP$ , tlačítkom  
R/S.
- Vypočítané parametre  $N_1, N_2, N_3, \dots, N_n$   
– počet závitov a  $d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$  –  
priemer drôtu v mm sa zobrazia na  
displeji vždy po opätovnom stlačení  
R/S.
- Po zadání rozmerov okienka kostričky  
 $a, b$  v mm a skutočne použitých prieme-  
rov drôtu vinutí  $d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$  v mm  
s R/S sa kontroluje plnenie okienka. Ak  
sa objaví na displeji  $U_1 = ?$ , treba návrh  
zopakovať a zväčšiť prierez jadra  
QSKU, alebo ak je to možné zväčšiť  
a alebo b.

### Kontrolný príklad:

$U_1 = 220 \text{ V}, U_2 = 40 \text{ V}, I_2 = 1,5 \text{ A},$   
 $U_3 = 15 \text{ V}, I_3 = 0,5 \text{ A}, Z$  výpočtu  
 $QVYP = 8,27 \text{ cm}^2$  volíme  $QSKU = 9 \text{ cm}^2$ .  
Potom  $N_1 = 948,44$  závitov,  $N_2 = 183,11$ ,  
 $N_3 = 68,67$   
 $d_1 = 0,4 \text{ mm}, d_2 = 0,8, d_3 = 0,46$   
 $a = 30 \text{ mm}, b = 34 \text{ mm}$   
 $d_{1SKU} = 0,4 \text{ mm}, d_{2SKU} = 0,8,$   
 $d_{3SKU} = 0,5$

### Literatúra

- [1] Dodek, P.; Trajtel, J.: Polovodičové  
usměrňovače a stabilizátory napájení.  
Bratislava, Alfa 1976.
- [2] Návrh síťových transformátorků. AR  
3/1975, s. 90.

Ing. Ivan Belka

## Výpis programu

```

01 LBL TRAF0 40 GTO PRIKON 79 TONE 7 118 LBL PARAME 157 RCL 02 196 RCL 00
02 5 41 GTO INDEX 80 STOP 119 5 158 INT 197 RCL 02
03 STO 00 42 LBL INDEX 81 LBL Z/VOLT 120 STO 02 159 5 198 X>Y?
04 1 43 1 82 OSKU=? (CM2) 121 1 160 X#Y? 199 GTO SKUSKA
05 STO 01 44 ST+00 83 PROMPT 122 STO 01 161 GTO 32 200 GTO 06
06 LBL DATA 45 ST+01 84 STO 03 123 LBL 05 162 GTO 33 201 LBL SKUSKA
07 FIX 0 46 GTO DATA 85 40 124 N 163 LBL 32 202 1,99599
08 U 47 LBL PRIKON 86 X<>Y 125 FIX 0 164 RDN 203 ST-02
09 ARCL 01 48 2 87 / 126 ARCL 01 165 RDN 204 CLST
10 APPEND=? (V) 49 ST-00 88 STO 04 127 APPEND= 166 + 205 LBL 07
11 AVIEW 50 RCL 00 89 LBL ZAVITY 128 FIX 2 167 RTN 206 RCL IND 02
12 PROMPT 51 0,00601 90 RCL 00 129 ARCL IND 02 168 LBL 33 207 X+2
13 ENTER 52 + 91 0,99598 130 APPEND (Z) 169 RDN 208 DSE 02
14 STO IND 00 53 STO 02 92 - 131 AVIEW 170 RDN 209 RCL IND 02
15 RCL 01 54 CLST 93 STO 02 132 STOP 171 - 210 +
16 1 55 LBL 02 94 LBL 03 133 1 172 RTN 211 +
17 X#Y? 56 RCL IND 02 95 RCL IND 02 134 ST+02 173 LBL KONTROL 212 DSE 02
18 GTO 01 57 DSE 02 96 RCL 04 135 d 174 1 213 GTO 07
19 2 58 RCL IND 02 97 + 136 FIX 0 175 STO 01 214 RCL 03
20 ST+00 59 + 98 ENTER 137 ARCL 01 176 6 215 /
21 1 60 + 99 3 138 APPEND= 177 STO 02 216 ENTER 1
22 ST+01 61 DSE 02 100 % 139 FIX 2 178 a=? (MM) 217 30
23 GTO DATA 62 GTO 02 101 XEQ 31 140 ARCL IND 02 179 PROMPT 218 %
24 LBL 01 63 0,8 102 STO IND 02 141 APPEND (MM) 180 STO 03 219 +
25 RDN 64 / 103 DSE 02 142 AVIEW 181 b=? (MM) 220 RCL 04
26 1 65 ENTER 104 GTO 03 143 STOP 182 PROMPT 221 CLA
27 ARCL 01 66 ENTER 105 LBL PRIEMR 144 1 183 STO 04 222 ARCL X
28 APPEND=? (A) 67 RCL 05 106 RCL 00 145 ST+02 184 LBL 06 223 APPEND<=
29 AVIEW 68 / 107 0,00402 146 ST+01 185 d 224 APPEND ARCL Y
30 PROMPT 69 STO 06 108 + 147 RCL 00 186 FIX 0 225 AVIEW
31 1 70 RDN 109 STO 02 148 RCL 02 187 ARCL 01 226 PSE
32 ST+00 71 SQRT 110 LBL 04 149 X<=Y? 188 APPEND OSKU=? 227 X<=Y?
33 RDN 72 0,9 111 RCL IND 02 150 GTO 05 189 AVIEW 228 GTO TRAF0
34 STO IND 00 73 + 112 SQRT 151 TONE 8 190 PROMPT 229 NAVRH
35 X<>Y 74 FIX 2 113 0,65 152 TONE 1 191 STO IND 02 230 AVIEW
36 RDN 75 QVYP= 114 + 153 TONE 6 192 1 231 PSE
37 X#Y? 76 ARCL X 115 STO IND 02 154 GTO KONTROL 193 ST+01 232 SPRAVNY
38 GTO INDEX 77 APPEND (CM2) 116 DSE 02 155 RTN 194 2 233 AVIEW
39 X=0? 78 AVIEW 117 GTO 04 156 LBL 31 195 ST+02 234 END

```

## Program pro výpočet vzdáleností ze čtverců QRA na HP 41-C

V radioamatérských časopisech bylo  
publikováno několik programů pro TI  
58/59, zabývajících se výpočtem vzdále-  
ností ze zadaných čtverců QRA. Všechny  
tyto programy měly jednu společnou ne-  
výhodu, a to složité zadávání souřadnic  
jednotlivých čtverců. Pro všechna písme-  
na bylo nutné vytvořit číselné kódy, které  
se potom zadávaly do kalkulátoru místo  
písmen. Kódování písmen a vkládání čí-  
selných údajů je při delších výpočtech  
únavné a navíc je možným zdrojem omy-  
lu.

Uvedený nedostatek odstraňuje alfanu-  
merický programovatelný kalkulátor HP  
41-C. Kalkulátor má k dispozici tzv. glo-  
bální alfanávěsti, které si můžeme přezna-  
čit na libovolná tlačítka a jednoduchým  
způsobem tak zpřístupnit uživateli pro  
zadávaní písemných souřadnic. Kalkula-  
tor navíc sám oznámí připravenost k dal-  
ším výpočtům a svoje požadavky.

Vzdálenost dvou bodů na zeměkouli se  
v programu QRA počítá ze sférického  
trojúhelníku při známé zeměpisné šířce  
a délce:

$$d = \frac{6369 \cdot \pi}{180} \cdot \arccos(\sin \varphi_1 - \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 \cos (\lambda_2 - \lambda_1)) \quad (\text{km}),$$

kde

$d$  – vzdálenost dvou bodů na zeměkouli  
v km,

$\varphi_1$  – zeměpisná šířka 1. bodu.

$\varphi_2$  – zeměpisná šířka 2. bodu,

$\lambda_1$  – zeměpisná délka 1. bodu,

$\lambda_2$  – zeměpisná délka 2. bodu.

Program zahrnuje výpočet vzdáleností  
v následujících hranicích QRA čtverců:

1. písmeno (zem. délka): V; R;

2. písmeno (zem. šířka): X; U;

to znamená prakticky po celé Evropě.

Před vložením programu do kalkulá-  
toru musíme připojit alespoň jeden paměťo-  
vý modul, aby celkový obsah paměti kal-  
kulátoru byl nejméně 127 registrů. In-  
strukci „SIZE 006“ nastavíme rozsah da-  
tové paměti. Potom můžeme vložit celý  
program „QRA“ podle výpisu. Pro  
správnou činnost musíme přeznačit  
„LBL K“ až „LBL Z“ na odpovídající  
tlačítka „K“ až „Z“. Rovněž je nutné  
přeznačit tlačítka pro malá písmena: „f“,  
„g“, „h“ a „i“. Musíme si ovšem uvědo-  
mit, že tato návěští kalkulátor nemá  
k dispozici. Místo nich tedy použijeme  
znaky: „Σ“, „%“, „≠“ a „>“, kterými  
formálně označíme příslušná návěští  
a v programu potom vyvoláme obdobným  
způsobem jako písmena a až e. Seznam  
všech přeznačených tlačítek je uveden  
v tabulce 2. Příklad přeznačení tlačítka  
K je uveden v tabulce 3.

V programu „QRA“ je použito zvuko-  
vých znamení pro identifikaci ukončení  
výpočtu. Na konci výpočtu každé souřad-  
nice se ozve zvukové znamení a zároveň  
se na zobrazovači objeví požadavek na  
další zadání.

Vzhledem k celkové délce programu  
a nutnosti přeznačení tlačítek je vhodné  
zaznamenat program na magnetické ští-  
tky instrukci „WALL“, čímž se zaznamená  
celkový stav kalkulátoru. Při zpětném

## Výpis programu

01 LBL „QRA“	40 GTO 00	78 GTO 02	116 CF 00	154 GTO 01	192 FS? 00	230 LASTX	268 LBL b	306 ST+ 02
02 LBL A	41 8	79 LBL 00	117 52	155 LBL „R“	193 GTO 00	231 FRC	269 .166666667	307 .104166667
03 FS? 00	42 GTO 02	80 CF 00	118 GTO 01	156 FS? 00	194 -4	232 10	270 ST+ 02	308 ST+ 03
04 GTO 00	43 LBL 00	81 48	119 LBL „N“	157 GTO 00	195 GTO 02	233 *	271 .104166667	309 GTO 06
05 0	44 CF 00	82 GTO 01	120 FS? 00	158 34	196 LBL 00	234 X = 0?	272 ST+ 03	310 LBL „N“
06 GTO 02	45 44	83 LBL J	121 GTO 00	159 GTO 02	197 CF 00	235 GTO 03	273 GTO 06	311 1
07 LBL 00	46 GTO 01	84 FS? 00	122 26	160 LBL 00	198 38	236 1	274 LBL c	312 ST+ 02
08 CF 00	47 LBL F	85 GTO 00	123 GTO 02	161 CF 00	199 GTO 01	237 -	275 .166666667	313 .0625
09 40	48 FS? 00	86 18	124 LBL 00	162 57	200 LBL „Z“	238 2	276 ST+ 02	314 ST+ 03
10 GTO 01	49 GTO 00	87 GTO 02	125 CF 00	163 GTO 01	201 FS? 00	239 *	277 .0625	315 LBL 06
11 LBL B	50 10	88 LBL 00	126 53	164 LBL „S“	202 GTO 00	240 ST+ 02	278 ST+ 03	316 RCL 00
12 FS? 00	51 GTO 02	89 CF 00	127 GTO 01	165 CF 00	203 -2	241 RCL 04	279 GTO 06	317 RCL 02
13 GTO 00	52 LBL 00	90 49	128 LBL „O“	166 58	204 GTO 02	242 LBL 05	280 LBL d	318 -
14 2	53 CF 00	91 GTO 01	129 FS? 00	167 GTO 01	205 LBL 00	243 1	281 .166666667	319 COS
15 GTO 02	54 45	92 LBL „K“	130 -GTO 00	168 LBL „T“	206 CF 00	244 +	282 ST+ 02	320 RCL 01
16 LBL 00	55 GTO 01	93 FS? 00	131 28	169 CF 00	207 39	245 .125	283 .020833333	321 COS
17 CF 00	56 LBL G	94 GTO 00	132 GTO 02	170 59	208 GTO 01	246 *	284 ST+ 03	322 RCL 03
18 41	57 FS? 00	95 20	133 LBL 00	171 GTO 01	209 LBL 02	247 1	285 GTO 06	323 COS
19 GTO 01	58 GTO 00	96 GTO 02	134 CF 00	172 LBL „U“	210 ST 02	248 -	286 LBL e	324 *
20 LBL C	59 12	97 LBL 00	135 54	173 CF 00	211 SF 00	249 ST- 03	287 1	325 *
21 FS? 00	60 GTO 02	98 CF 00	136 GTO 01	174 60	212 TONE 6	250 TONE 7	288 ST+ 02	326 RCL 01
22 GTO 00	61 LBL 00	99 50	137 LBL „P“	175 GTO 01	213 „SIRKA“	251 SF 27	289 .020833333	327 SIN
23 4	62 CF 00	100 GTO 01	138 FS? 00	176 LBL „V“	214 PROMPT	252 „MALY CTVEREC“	290 ST+ 03	328 RCL 03
24 GTO 02	63 46	101 LBL „L“	139 GTO 00	177 -10	215 LBL 01	253 PROMPT	291 GTO 06	329 SIN
25 LBL 00	64 GTO 01	102 FS? 00	140 30	178 GTO 02	216 STO 03	254 RTN	292 LBL „S“	330 *
26 CF 00	65 LBL H	103 GTO 00	141 GTO 02	179 LBL „W“	217 TONE 8	255 LBL 03	293 .033333333	331 +
27 42	66 FS? 00	104 22	142 LBL 00	180 -8	218 CF 27	256 1.8	294 ST+ 02	332 ACOS
28 GTO 01	67 GTO 00	105 GTO 02	143 CF 00	181 GTO 02	219 „CISLO“	257 ST+ 02	295 .020833333	333 PI
29 LBL D	68 14	106 LBL 00	144 55	182 LBL „X“	220 PROMPT	258 RCL 04	296 ST+ 03	334 *
30 FS? 00	69 GTO 02	107 CF 00	145 GTO 01	183 FS? 00	221 FC? 00	259 1	297 GTO 06	335 180
31 GTO 00	70 LBL 00	108 51	146 LBL „Q“	184 GTO 00	222 GTO 07	260 -	298 LBL „%“	336 /
32 6	71 CF 00	109 GTO 01	147 FS? 00	185 -6	223 0	261 GTO 05	299 .033333333	337 6369
33 GTO 02	72 47	110 LBL „M“	148 GTO 00	186 GTO 02	224 /	261 LBL a	300 ST+ 02	338
34 LBL 00	73 GTO 01	111 FS? 00	149 32	187 LBL 00	225 LBL 07	263 1	301 .0625	339 TONE 9
35 CF 00	74 LBL I	112 GTO 00	150 GTO 02	188 CF 00	226 10	264 ST+ 02	302 ST+ 03	340 STOP
36 43	75 FS? 00	113 24	151 LBL 00	189 37	227 /	265 .104166667	303 GTO 06	341 ST+ 05
37 GTO 01	76 GTO 00	114 GTO 02	152 CF 00	190 GTO 01	228 INT	266 ST+ 03	304 LBL „P“	342 „DELKA“
38 LBL E	77 16	115 LBL 00	153 56	191 LBL „Y“	229 STO 04	267 GTO 06	305 .033333333	343 PROMPT
39 FS? 00								344 END

zápisu programu „QRA“ do kalkulátoru stačí pouze uvést kalkulátor do modu „USER“ a můžeme začít s výpočty. Při výpočtech vzdáleností už potom není nutné zapínat nebo vypínat „USER“, protože v programu je zahrnuto automatické nastavování a nulování příznaku 27, který s modem „USER“, koresponduje. Pouze při zadávání souřadnic vztažného čtverce je nutné ručně vypnout a zapnout „USER“. Názorný příklad je uveden dále.

Tabulka č. 2 – Přeznačení tlačítek:

-21 „Σ“	51 „Q“
-22 „%“	52 „R“
-23 „≠“	53 „S“
-25 „>“	54 „T“
32 „K“	61 „U“
33 „L“	62 „V“
-34 „M“	63 „W“
41 „N“	64 „X“
42 „O“	71 „Y“
43 „P“	72 „Z“

Tabulka č. 3 – Příklad přeznačení tlačítka:

Tlačítka	Zobrazovač
ASN	ASN -
K	ASN K -
K	ASN K 32

\* Poznámka:

- označení žlutého funkčního tlačítka

Tabulka č. 4 – Vkládání souřadnic vztažného čtverce do paměti R<sub>00</sub> a R<sub>01</sub>:

Tlačítka	Zobrazovač
H	SIRKA
K	ČÍSLO
6	MALY CTVEREC
5	5 759,7075
R/S	
A	
USER	
RCL	0 2 STO 0 0 14,9000
RCL	0 3 STO 0 1 50,2292
RCL	0 5 0,0000
USER	

Tabulka č. 5 – Příklad výpočtů vzdáleností spojení:

Tlačítka	Zobrazovač	Poznámka
I	SIRKA	Zadávání souřadnic 1. spojení
J	CISLO	
2	MALY CTVEREC	
7	179,0800	Délka 1. spojení
R/S	DELKA	Při čtení do paměti R <sub>05</sub>
F	SIRKA	Zadávání souřadnic 2. spojení
A	CISLO	
D	MALY CTVEREC	
1	1233,8902	Délka 2. spojení
B	DELKA	Při čtení do paměti R <sub>05</sub>
R/S		

Stejně jednoduchým způsobem můžeme počítat další spojení. Nakonec určíme celkovou délku spojení:

USER	
RCL	0 5 1412,9702
	Celková délka 1. a 2. spojení

## Příklad

Chceme počítat vzdálenosti dosažených spojení ze čtverce HK65a a celkovou délku spojení:

Nejprve musíme vložit do paměti R<sub>00</sub> a R<sub>01</sub> souřadnice čtverce HK65a, současně se přesvědčíme, zda je vynulována paměť R<sub>05</sub>, do které přičítáme dosažené vzdálenosti spojení. Postup je uveden v tabulce 4. V tabulce 5 je uveden příklad výpočtu vzdáleností spojení ze čtverce HK65a do čtverců IJ27f a AD18c.

Délka 1. spojení (IJ27f) je 179,08 km.  
Délka 2. spojení (AD18c) je 1233,8902 km.  
Celková délka těchto dvou spojení je 1412,9702 km.

Ing. Jaromír Závodský, ing. Jan Hlavsa



První celostátní soutěž v programování kapesních kalkulátorů a osobních mikropočítačů uspořádala redakce časopisu Amatérské radio na podzim roku 1983 na počest VII. sjezdu Svazarmu. Název soutěže je „PROG '83“ a její výsledky přinese časopis Amatérské radio, řada A, v příloze MIKROELEKTRONIKA.



# PROGRAM PRO VÝPOČET VLASTNOSTÍ ELEKTRONICKÝCH OBVODŮ

Stanislav Novák

Sestavit program pro výpočet kmitočtové a fázové charakteristiky jsem se rozhodl po zkušenostech s programem EE-19 elektrotechnického modulu fy Texas Instruments. Výrobci se zde i přes veškerou snahu nepodařilo realizovat vše, co by takový program mohl umět, vzhledem k omezené kapacitě paměti a rychlosti výpočtů kalkulátoru TI-59. Dnešní mikro a minipočítače disponují nepoměrně větší pamětí a všechny standardně obsahují interpreter jazyka BASIC. Protože co minipočítač, to odlišná modifikace tohoto jazyka, rozhodl jsem se napsat program v jeho standardní nejjednodušší verzi (zefektivnit program nebo ho modifikovat podle rozsahu paměti může každý sám podle poznámek v odstavci MODIFIKACE PROGRAMU a podle možností svého počítače). Zachoval jsem pouze matematický postup sestavení a redukce admitanční matice z manuálu elektrotechnického modulu TI-59.

Program jsem vyvíjel celkem 8 měsíců, a tak jsem se postupně propracoval až k jeho nynější podobě. Jelikož jsem se v poslední době zaměřil na odstranění nejrozumnějších možných chyb při zadávání dat a vlastním běhu programu, vytvořil jsem postupně verzi, která má softwarově ošetřenu správnost všech vstupních dat a v průběhu výpočtu kontroluje regulérnost komplexních maticových výpočtů. Vyhnete se tak nepříjemnému jevu, že po pracovním zadání elektronického obvodu ztratíme při nahlášení aritmetické chyby počítačem veškerá data a důležité kontrolní proměnné.

## Možnosti programu

Program počítá kmitočtovou a fázovou charakteristiku elektronických obvodů, sestavených z rezistorů  $R$ , kondenzátorů  $C$ , cívek (induktorů)  $L$  a napětím řízených proudových zdrojů **SOURCE**. Přitom je mezi vstupní uzel 1 a referenční uzel 0 zapojen střídavý zdroj o amplitudě 1 V. Můžeme též požadovat stejnosměrné (DC) charakteristiky obvodu. Počet uzlů můžeme volit v rozsahu 2 až 12 (nepočítáme referenční uzel 0), avšak s omezením horní meze podle počtu součástek obvodu, jak je ukázáno v odstavci STRUKTURA DAT. Prvky v obvodu můžeme měnit (**REPLACE**), vkládat (**INSERT**) nebo vynechávat (**DELETE**) tak, jak to dovoluje editor prvků v programu. K dočasnému přemostění prvku (zkratování vývodů součástky) můžeme použít drátovou spojkou (**WIRE**). Výstupním uzlem všech řešených obvodů je implicitně uzel 2, jeho záměnu za libovolný jiný uzel obvodu (**TRANSFER**) nebo změnu celkového počtu uzlů obvodu (**EXTEND**) umožňuje jedna ze sekcí editoru prvků v programu.

Program umožňuje dva způsoby zobrazení výsledků – charakteristik: buď ve formě tabulky charakteristik při volbě **PRINTOUT** nebo jako graf ze znaků po volbě **PLOT**, přičemž počet znaků v ose Y, kde se vynáší amplituda a fáze (v ose X jsou příslušné jednotlivé kmitočty), je volitelný vzhledem k použité tiskárně. Zadání kmitočtového intervalu má též dvě možnosti. Při volbě **AUTO** program počítá amplitudu a fázi pro kmitočty uložené v DATA na konci programu (logaritmický interval). Po volbě **PRIVAT** si můžeme sami určit počáteční a konečný kmitočet intervalu a krok (lineární interval). Přestože je v programu zahrnuto také načítání dat a ukládání dat na knihovnu, jsem si vědom toho, že si tuto část programu bude muset každý přeprogramovat podle možností svého minipočítače, poněvadž

zde se projevily největší odchylky ve verzích jazyka BASIC.

Ve své úplné verzi bez dodatečných modifikací je program vytvořen jako víceprůchodový. Při každém dalším průchodu je možné načíst data z knihovny, zadat úplně nový obvod, změnit kmitočtový interval, editovat prvky obvodu, uložit data na knihovnu, zvolit výpočet DC charakteristik, zvolit způsob zobrazení výsledků a požadovat různé kombinace těchto úkonů, nebo je ponechat beze změny.

## Omezení programu

Dlouhodobým laděním programu jsem zjistil, že je schopen úspěšně vyřešit asi 80% zadaných elektronických struktur. Toto vychází ze samotného matematického postupu výpočtu charakteristik, který je ale na druhé straně velmi rychlý oproti řešení konstrukcí inverzní matice. Nejčastěji není možné obvod počítat, když neexistuje přímé spojení vstupního uzlu 1 a výstupního uzlu 2 síti součástek, při velmi vysokých kmitočtech, když máme některé uzly spojeny jen částečně nebo vůbec a když u některých počítačů nestačí přesnost výpočtů na 8 míst (hlavně u výpočtů typu  $1/x$ ).

Z těchto důvodů je ve střední části programu zabudována sekce kontroly propojení prvků v obvodu a sekce redukce obvodu při výpočtu DC charakteristik nebo při použití drátových spojek **WIRE**. Tato část programu přehledně informuje o tom, zda je obvod regulérní pro další výpočet, jak byl redukován, jakých chyb se uživatel dopustil. Jestliže jde o chyby zásadního charakteru, bude program pokračovat ve výpočtu pouze na pokyn uživatele a potom už není asi ve 40% zaručena správnost výsledků nebo vůbec dosažení nějakého výsledku. Program však dá uživateli vždy možnost své chyby opravit a při kontrole správnosti vstupních dat opakuje své dotazy a požadavky tak dlouho, než jsou správně zodpovězeny (při možnosti A/N nebo N/A program reaguje pouze na prioritní odpověď).

## Struktura programu

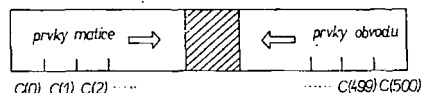
Program je vytvořen formou „stavebnice“ z jednotlivých sekcí. Schéma průchodu těmito sekcemi s příslušným označením jejich umístění v programu a způsobem větvení je na obr. 1. Tímto jsem se snažil dosáhnout základního cíle, aby byl totiž tento program s minimálními úpravami použitelný na libovolném minipočítači

se základními příkazy a funkcemi jazyka BASIC a pamětí větší než 8 Kbyte. Jak je uvedeno v odstavci MODIFIKACE PROGRAMU, lze provést řadu úprav a vynechání celých sekcí, které vedou k redukci programu až na jednorůchodovou variantu s tiskem tabulky výsledků, která potřebuje jednu třetinu původní paměti.

## Struktura dat

Paměťové pole proměnných, které má 526 prvků C (0 až 525), je rozděleno na dvě oblasti.

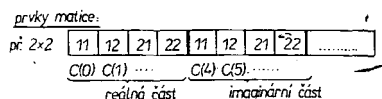
V první oblasti C (0 až 500) jsou uloženy prvky admitanční matice a prvky zadaného elektronického obvodu, jak je ukázáno na obr. 2. Z toho je zřejmé, že si pro určitý počet uzlů můžeme dovolit jen určitý počet prvků ve zbývající části této oblasti pole C. Tuto starost však přebírá program. Způsob ukládání prvků obvodu a prvků matice obvodu je detailně vyznačen na obr. 3. Na každý prvek obvodu se spotřebuje 6 prvků pole C, na matici  $N \times N$  potom  $2 \times N \times N$  prvků pole C.



Obr. 2.

prvek obvodu	prvek matice
C(500)	hodnota
C(499)	z uzlu
C(498)	do uzlu
C(497)	z uzlu
C(496)	do uzlu
C(495)	typ
C(494)	
C(493)	

orientace prvku  
1. .... R (odpor)  
2. .... L (induktance)  
3. .... C (kapacita)  
4. .... WIRE (vodič)



Obr. 3.

V druhé oblasti C (501 až 525) jsou uložena dvě kontrolní pole. První v oblasti C (501 až 512) slouží při kontrole zapojení prvků obvodu a hodnoty v něm udávající vzájemné propojení uzlů podle obr. 4. Druhé pole v oblasti C (513 až 525)

představuje převodní tabulku mezi zadávanými uzly prvků a vnitřní reprezentací těchto prvků při redukci, když použijeme **WIRE** nebo při výpočtu DC charakteristik (viz obr. 5). Obě kontrolní pole jsou pracovními oblastmi sekce kontroly regulérnosti zapojení obvodu pro další výpočet.

prvek pole	uzel	význam
C(501)	1	0... volný, nezapojený uzel
C(502)	2	10... zapojen, ale není propojen na vstupní uzel 1
C(503)	3	100... existuje propojení tohoto uzlu na vstupní uzel 1
C(512)	12	

Obr. 4.

prvek pole	uzel	příklad reprezentace
C(513)	1	1
C(514)	2	2
C(515)	3	2
C(516)	4	5
C(517)	5	2
C(525)	12	12

Obr. 5.

U některých druhů počítačů je třeba rozlišit typ použité proměnné, proto též uvádím kompletní seznam proměnných: **INTEGER**: C, F, F1, N, D1, E, D, F2, N1, S2, X, D2, E2, K, L, Y, Z1 **REAL**: C(525), S, S3, U, V, T, G, T1, T2, T3, T4, I, J, P, R, Z, S1

**STRING**: AS, BS ... pro max. 8 znaků Program pracuje tedy se 33 proměnnými typu **REAL** a **INTEGER**, z nichž některé jsou význačné pro program jako celek:

- C ... počet prvků obvodu
- N ... počet uzlů
- S ... kmitočet, pro který se provádí výpočet
- S3 ... počáteční kmitočet
- U ... konečný kmitočet
- V ... přírůstek kmitočtu
- D, D2 ... orientace prvků - z uzlu
- E, E2 ... orientace prvků - do uzlu
- G ... hodnota prvků obvodu
- T1, T2 ... meze hodnot amplitudy
- T3, T4 ... meze hodnot fáze

Zvláštní místo potom zaujímají tzv. vlajky, tj. proměnné, podle kterých se určuje průběh jednotlivých sekcí nebo jejich návaznost:

F, F1, F2, D1, S1, J ... vlajky

## Matematický postup

Elektronický obvod s N uzly, když nepočítáme referenční uzel 0, zapíšeme pomocí  $N \times N$  komplexní admitanční matice Y, která má reálnou a imaginární část.

Výpočet začíná vynulováním komplexní matice Y a zápisem prvků obvodu jako prvků matice. Jestliže f je kmitočet, pro který počítáme amplitudu a fázi, a prvek je orientován z uzlu i do uzlu j, pak matice prvků pro pasivní prvky budou tvořeny takto:

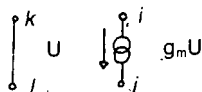
$$y = 1/R$$

$$y = -(1/2\pi f L)j$$

$$y = 2\pi f Cj$$

potom  $Y_{ij} = y$  a pro  $j \neq 0$  ještě  $Y_{ji} = y$  s podmínkou  $i \neq 0$ .

Složitější je to u napětím řízených proudových zdrojů:



$$Y_{ik} = -g_m \text{ a pro } j \neq 0: Y_{jk} = g_m \\ i \neq 0: Y_{ji} = g_m, Y_{ii} = -g_m$$

Nyní se redukuje sestavená komplexní matice Y, a to pro vstup v uzlu 1 a výstup z uzlu 2. Celý postup můžeme rozdělit do tří kroků:

1 - Rozdělení matice Y:

$$Y_{N \times N} = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} \\ Y_{21} & Y_{NN} \end{bmatrix}$$

kde  $Y_{11}$  je matice  $(N-1) \times (N-1)$ ,  $Y_{12}$  je sloupcový vektor  $(N-1) \times 1$ ,  $Y_{21}$  je řádkový vektor  $1 \times (N-1)$ ,  $Y_{NN}$  je prvek původní matice  $N \times N$ .

2 - Nyní provedeme redukci matice Y z  $N \times N$  na  $(N-1) \times (N-1)$ :

$$Y_{(N-1) \times (N-1)} = Y_{11} - Y_{12} Y_{21} \frac{1}{Y_{NN}}$$

Redukci matice opakováním kroků 1 a 2 budeme provádět tak dlouho, až dostaneme matici Y řádu  $2 \times 2$ :

$$Y_{2 \times 2} = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} \\ Y_{21} & Y_{22} \end{bmatrix}$$

Matice jsou ve skutečnosti dvě: matice reálných a imaginárních částí komplexních čísel, takže  $y_{ij}$  jsou komplexní čísla.

3 - Nyní již můžeme vypočítat amplitudu A a fázi F pro daný kmitočet f:

$$A = 20 \log \left| \frac{-Y_{21}}{Y_{22}} \right|$$

$$F = \arctg \left( \frac{\operatorname{Im}(-Y_{21}/Y_{22})}{\operatorname{Re}(-Y_{21}/Y_{22})} \right)$$

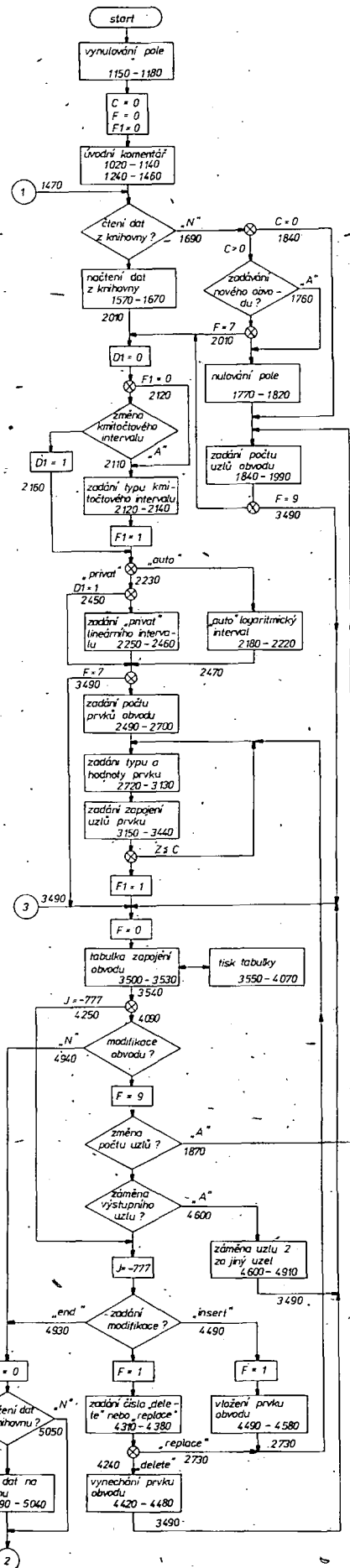
## Modifikace programu

Jak jsem již uvedl, je nezbytné upravit sekci načítání dat a ukládání dat na knihovnu podle možností jazyka BASIC na každém konkrétním typu minipočítače. Lze samozřejmě efektivněji přeprogramovat i ostatní sekce programu pomocí speciálních příkazů, ale jak jsem již uvedl, sledoval jsem záměr, aby tento program „běžel“ na každém počítači. Pokládám však za nutné vysvětlit dva příkazy, jejichž význam není jednoznačný. Při použití příkazu **TAB(X)** ve struktuře příkazu **PRINT** se vytiskne X mezer. Jestliže tuto funkci interpreter jazyka BASIC nemá, je nutné přeprogramovat celkem 16 řádků programu:

3230, 3970, 5740, 5770, 5810, 5850, 5870, 6140, 6600, 8770, 8780, 8820, 8830, 9190, 9200, 9210

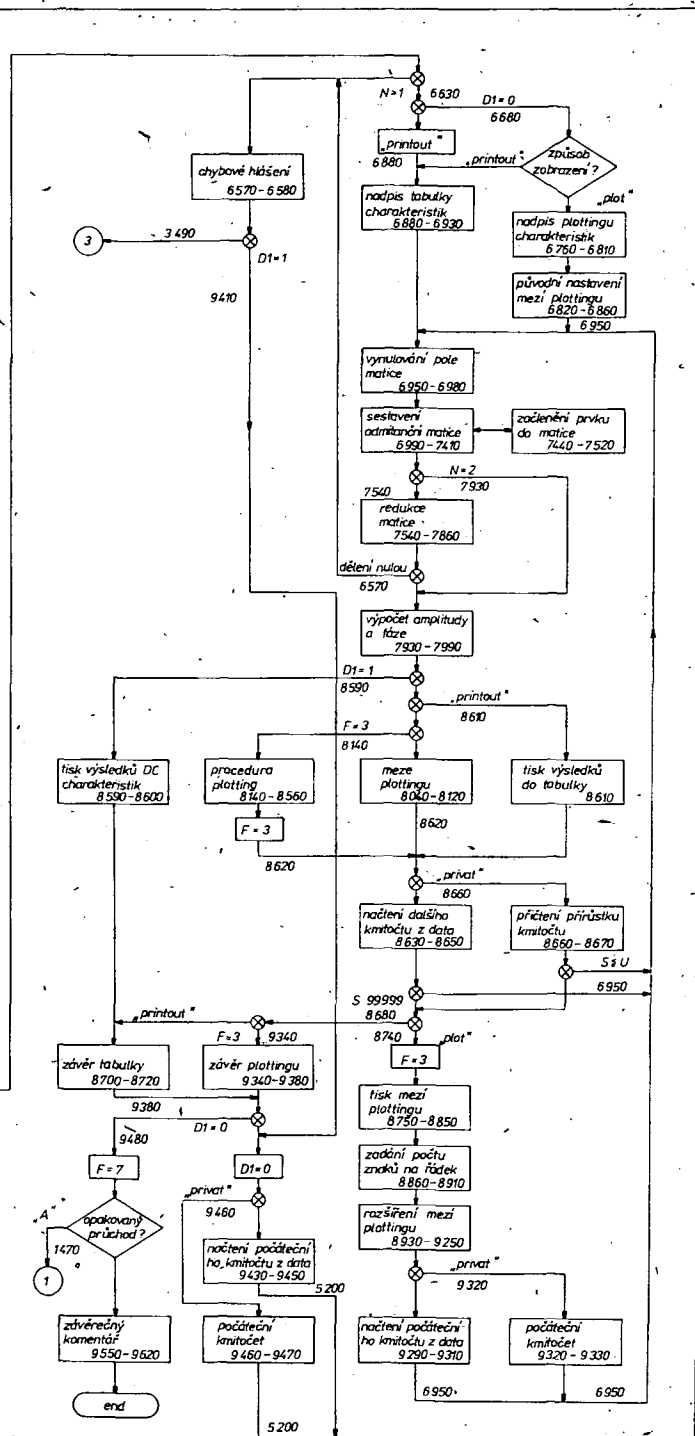
Druhým zvláštním příkazem je samotný příkaz **PRINT** bez dalších operandů. V tomto programu zajišťuje tisk speciálního znaku na začátku řádku a používá se ho ke zvýraznění dotazů programu a zadávání dat. Seznam řádků, na kterých se **PRINT** vyskytuje, je zároveň i seznamem všech možných vstupů uživatele do programu, kterých je celkem 28:

1530, 1710, 1880, 2050, 2120, 2280, 2330, 2380, 2600, 2750, 2840, 2910, 2980, 3050, 3170, 3220, 4090, 4150, 4200, 4250, 4310, 4600, 4940, 5140, 5910, 6680, 8860, 9480



Obr. 1.

A nyní již jednotlivé modifikace, které vedou k redukci programu. Jejich posloupnost by měla být pokud možno



*Auto frekvenční interval*  
2130–2140, 2170–2220, 8630–8650,  
9280–9310, 9420–9450, 9640–9680  
8620 REM

*Zobrazení výsledků PLOT*  
6690–6860, 8020, 8040–8120, 8140–  
8560, 8690, 8740–8910, 8930–9250,  
9270–9370  
8010 GOTO 8610  
8680 REM

*Editor elementů obvodu*  
1870, 1990, 3540, 3090–4400, 4420–  
4580, 4600–4910  
2000 REM  
3420 REM  
3550 GOTO 4930

*Výpočet DC charakteristik*  
3850, 5130–5180, 5200, 5460–5470,  
5580–5590, 6070–6090, 6590, 6630–  
6670, 8000, 8590–8600, 9410–9470

6560 IF N>1 THEN 6680  
9400 GOTO 9480

Kontrola regulérnosti zapojení obvodu  
5210-5880, 5900-5990

Použití drátových spojek WIRE v obvodu  
(až po vynechání výpočtu DC charakteristik)

2820, 3110-3130, 3880-3920, 6050-6550  
3830 REM

Víceprůchodovost programu

1690-1820, 2030-2110, 2150-2160,  
2240, 9490-9560

1560 IF AS\$ = „N“ THEN 1840

2230 REM

2470 REM

9480 REM

Jestliže se provedou redukce programu podle bodů 1 až 4 a v daném pořadí, lze obdržet jednorůchodový výpočet obvodu s tiskem výsledků do tabulky. Přitom jeho délka z původních 869 řádků programu je nyní pouze 342 řádků. Toto množství se celkem bez problémů vejde i do paměti menších osobních mikropočítačů.

5 - Jestliže se chcete „vejít“ do ještě menší paměti, zůstávají již jen tři možnosti:

- porušit grafickou úpravu programu a vynechat všechny řádky, které zaručují softwarovou ochranu vstupních dat a výpočtů:

1910-1990, 2310, 2360-2470, 2410-2430, 2630-2650, 2830, 2870, 2940, 3010, 3080, 3200-3210, 3520-3290, 4340-4360, 4400, 4640-4660

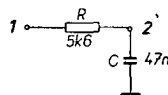
Je to krajní způsob, a tak bych alespoň doporučil napsat si příslušné požadavky na papír a při vkládání dat se podle nich řídit.

Při takovémto stupni redukce programu se dostaneme na délku programu 276 řádků a požadavek na velikosti paměti včetně proměnných a polem asi 7600 byte.

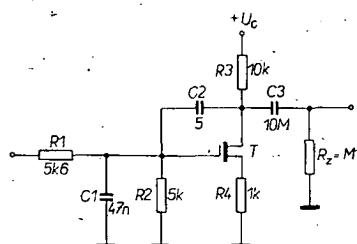
## Kontrolní příklady výpočtů obvodů

Na závěr celého popisu použití, struktury a modifikací programu pro výpočet kmitočtové a fázové charakteristiky elektronických obvodů uvádím ukázkou výpočtu tři jednoduchých obvodů. Na těchto příkladech lze při totožném zadání a následném porovnání výsledků zkontrolovat správnost funkce celého programu, a tím odhalit i chyby, které jste do programu vnesli při zapisování do paměti počítače.

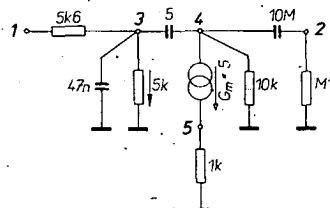
Jako první příklad je uveden výpočet obvodu pouze se dvěma uzly jednoduché



Obr. 6.



Obr. 7.



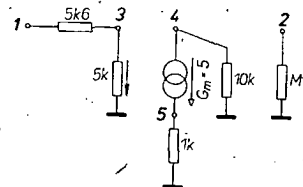
Obr. 8.

dolní propusti RC (obr. 6). Obvod tlumi všechny signály s kmitočtem vyšším než 605 Hz. Jeho charakteristiky jsou vypočítány pro AUTO logaritmický kmitočtový interval a vytištěny procedurou PLOT při zadání šířky tisku grafu 60 znaků na řádek. Výpočet DC charakteristiky nebyl požadován.

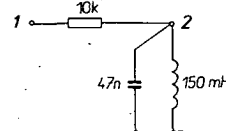
Při opakovaném průchodu programu byla data v paměti modifikována podle obvodu na obr. 7. Jedná se o dolní propust RC se zesilovačem v zapojení SE. Jeho náhradní schéma pro změny je na následujícím obr. 8, v této formě se prvky obvodu zadávají do programu. Nejprve byl zvolen nový PRIVAT kmitočtový interval 500 až 10 000 Hz s krokem 500 Hz a programu se dal souhlas k modifikaci prvků obvodu. Počet uzlů obvodu se změnil na 5 uzlů, výstupní uzel 2 byl zaměněn uzlem 3, abychom R1 a C1 nemuseli zadávat znovu nebo provést REPLACE. Pak se již vždy po příkazu INSERT editoru prvků obvodu připojovaly do paměti zbývající prvky nového obvodu a celý proces modifikace byl ukončen příkazem END editoru prvků obvodu. Poněvadž jsme požadovali výpočet DC charakteristiky, program určil jeho náhradní

zapojení tak, jak je na obr. 9, a zkontroloval regulérnost jeho zapojení. Po souhlasu s pokračováním výpočtu i za cenu chyby byla chyba objevena a nahlášena a program ihned přešel k výpočtu charakteristik v zadaném kmitočtovém intervalu. Výstup programu procedurou PLOT byl proveden v šířce 70 znaků na řádek.

Při dalším opakovaném průchodu programu je předveden postup zadání nového jednoduchého obvodu, jehož schéma je na obr. 10. Výsledné charakteristiky pro PRIVAT kmitočtový interval 800 až 1200 Hz s krokem 100 Hz byly zpracovány tabelárně procedurou PRINTOUT při maximální dosažitelné matematické přesnosti použitého počítače.



Obr. 9.



Obr. 10.

## Závěr

Věřím, že uveřejněný program se stane vítaným pomocníkem při návrhu elektronických obvodů, zejména nejrůznějších filtrů, propustí a zadržů. V případě použití aktivních prvků je nutné použít náhradní zapojení. Tato snad jediná nevýhoda je dána matematickým postupem výpočtu admitanční matice obvodu metodou redukce této matice, kdy je možné použít pouze napětím řízeného proudového zdroje. Po prostudování odborné literatury je však možné sestavovat i poměrně složité modely aktivních prvků a tím je tento nedostatek zcela vyvážen.

V případě kladného ohlasu na používání tohoto programu uvažuji o zveřejnění jeho výkonnější verze s maticovými výpočty, která je podstatně náročnější na paměť, ale dovoluje zařadit do obvodu všechny známé typy elektronických prvků.

## VÝPIS PROGRAMU

```

*LIST
1000 FILES NETMDATA
1010 REM >>> KOMENTAR K PROGRAMU
1020 PRINT " "
1030 PRINT " "
1040 PRINT "*****"
1050 PRINT "UVOD DO PROGRAMU ***"
1060 PRINT " "
1070 PRINT "KOMPLEXNÍ ANALÝZA LINEÁRNÍCH OBVODŮ"
1080 PRINT "VERZE V 6.41 12.1.1983"
1090 PRINT " "
1100 PRINT "NAKROGRAMOVAN STANISLAV NOVÁK"
1110 PRINT "NA POČÍTAČ SIEMENS"
1120 PRINT " "
1130 PRINT "DĚLKA PROGRAMU : 24100 BYTE"
1140 PRINT "POLE MATICE : 2100 BYTE"
1150 DIM C(525)
1160 FOR Z=0 TO 525
1170 C(Z)=0
1180 NEXT Z
1190 PRINT " "
1200 PRINT " "
1210 C=0
1220 F=0
1230 F1=0
1240 PRINT " "
1250 PRINT " "
1260 PRINT "PROGRAM POČÍTÁ FREKVENČNÍ A FÁZOVOU CHARAKTE-"
1270 PRINT "RISTIKU ELEKTRICKÉHO OBVODU, SESTAVĚNÉHO Z"
1280 PRINT "REZISTORŮ, KAPACIT, INDUKČNOSTÍ A NAPĚTÍM"

```

```

1290 PRINT "KIZENÝCH PROUDOVÝCH ZDROJŮ."
1300 PRINT " "
1310 PRINT "S ELEMENTY OBVODU MUŽEME PROVÁDEET EDITAČNÍ"
1320 PRINT "UNONY - VYMAČNÁ, VLOŽENÍ, VYNECHÁNÍ, NEBO JE"
1330 PRINT "MUŽEME ZKRATOVAT VODICEM."
1340 PRINT " "
1350 PRINT "POČET UZLŮ JE OMEZEN OD 2 DO 12, POČÍTANO BEZ"
1360 PRINT "REFERENČNÍHO UZLU 0."
1370 PRINT " "
1380 PRINT "UZEL 0 JE REFERENČNÍ UZEL NEBO ZEM."
1390 PRINT "UZEL 1 JE IMPLICITNĚ VSTUPNÍ UZEL."
1400 PRINT "UZEL 2 JE IMPLICITNĚ VÝSTUPNÍ UZEL."
1410 PRINT " "
1420 PRINT "MEZI UZLY 1 A 0 JE ZAPOJEN ZDROJ STŘÍDAVÉHO"
1430 PRINT "NAPĚTÍ O AMPLITUDE 1 VOLT."
1440 PRINT " "
1450 PRINT "VÝPOČTENÁ HODNOTA FÁZE JE VĚDY Z INTERVALU"
1460 PRINT "-90 AZ 270 STUPNŮ."
1470 PRINT " "
1480 PRINT " "
1490 PRINT "*****"
1500 PRINT "SPECIFIKACE BEHU PROGRAMU ***"
1510 PRINT " "
1520 REM >>> ČTENÍ DAT Z KNIHOVNY
1530 PRINT " "
1540 PRINT "CHCETE NACÍST DATA Z KNIHOVNY (N/A)?"
1550 INPUT AS
1560 IF AS="N" THEN 1690
1570 FOR Z=0 TO 500

```

```

1580 C(Z)=0
1590 NEXT Z
1600 RESTORE #1
1610 READ #1,N,C
1620 T=501-6*E
1630 FOR Z=1 TO 500
1640 READ #1,C(Z)
1650 NEXT Z
1660 F=7
1670 GOTO 2010
1680 REM ))) NULOVANI POLE PRO NOVOY OBVOD ( 1690-1820 )
1690 IF C=0 THEN 1840
1700 PRINT " "
1710 PRINT "BUDETE ZADAVAT UPLNE NOVOY OBVOD ( N/A )";
1720 INPUT A$
1730 IF A$="A" THEN 1760
1740 IF F=7 THEN 2010
1750 PRINT " "
1760 C=0
1770 F=0
1780 F1=0
1800 FOR Z=0 TO 525
1810 C(Z)=0
1820 NEXT Z
1830 REM ))) ZADANI POCTU UZLU A KONTROLA ( 1840-2010 )
1840 PRINT " "
1850 PRINT "SEKCE KONTROLY A ZADANI POCTU UZLU : "
1860 PRINT " "
1870 Z=N
1880 PRINT
1890 PRINT "ZADEJTE POCET UZLU ( 2-12 )";
1900 INPUT N
1910 N=INT(N)
1920 IF N<2 THEN 1880
1930 IF N>12 THEN 1880
1940 T=INT(SQR((490-6*N)/2))
1950 IF N<=T THEN 2000
1960 PRINT " "
1970 PRINT "TAK MNOHO UZLU NEMUZE POSKYTNOUT !!!"
1980 PRINT "MUSEL BYSTE SNIZIT POCET ELEMENTU."
1990 N=Z
2000 IF F=9 THEN 3490
2010 PRINT " "
2020 REM ))) ZADANI FREKVENCNIHO INTERVALU ( 2030-2470 )
2030 D1=0
2040 IF F1=0 THEN 2120
2050 PRINT
2060 PRINT "CHCETE ZMENIT FREKVENCNI INTERVAL ( A/N )";
2070 INPUT A$
2080 IF A$="A" THEN 2110
2090 D1=1
2100 GOTO 2160
2110 PRINT " "
2120 PRINT
2130 PRINT "URCETE TYP FREKVENCNIHO INTERVALU ( PRIVAT/AUTO )";
2140 INPUT B$
2150 F1=1
2160 PRINT " "
2170 IF B$="PRIVAT" THEN 2230
2180 PRINT " "
2190 PRINT "AUTO LOGARITICKY FREKVENCNI INTERVAL ";
2200 RESTORE
2210 READ S
2220 GOTO 2470
2230 S=S3
2240 IF D1=1 THEN 2450
2250 PRINT " "
2260 PRINT "ZADANI LINEARNIHO FREKVENCNIHO ";
2270 PRINT "INTERVALU PRIVAT"
2280 PRINT " "
2290 PRINT "ZADEJTE POCATECNI FREKVENCNI V HERTZ";
2300 INPUT S
2310 IF S<=0 THEN 2280
2320 S3=S
2330 PRINT
2340 PRINT "ZADEJTE KONECNOU FREKVENCNI V HERTZ";
2350 INPUT U
2360 IF U>100000000 THEN 2330
2370 IF U<=S THEN 2330
2380 PRINT
2390 PRINT "ZADEJTE FREKVENCNI PRIRUSTEK V HERTZ";
2400 INPUT V
2410 T=(U-S)/200
2420 IF V<T THEN 2380
2430 IF V>U-S THEN 2380
2440 PRINT " "
2450 PRINT " "
2460 PRINT "PRIVAT LINEARNI FREKVENCNI INTERVAL";
2470 PRINT "S: "T";U: "HERTZ"
2480 IF F=7 THEN 3490
2490 REM ))) KONTROLA PRED ZADAVANIM ELEMENTU ( 2490-2700 )
2500 PRINT " "
2510 PRINT "*****";
2520 PRINT "ZADAVANI ELEMENTU OBVODU ***";
2530 PRINT " "
2540 PRINT "SEKCE ZADAVANI ELEMENTU OBVODU : "
2550 F=0
2560 I=500
2570 T=INT((490-2*N*N)/6)
2580 PRINT " "
2590 PRINT "MUZETE ZADAT MAXIMALNE "T"; "ELEMENTU"
2600 PRINT " "
2610 PRINT "ZADEJTE POCET ELEMENTU V OBVODU";
2620 INPUT C
2630 C=INT(C)
2640 IF C<1 THEN 2600
2650 IF C>T THEN 2600
2660 PRINT " "
2670 PRINT " "
2680 PRINT "ZADEJTE V LIBOVOLNEM PORADI TYP, HODNOTU"
2690 PRINT " "
2700 PRINT " "
2710 REM ))) ZADANI TYPU A HODNOTY ELEMENTU ( 2720-3130 )
2720 FOR Z=1 TO C
2730 PRINT " "
2740 PRINT "ELEMENT CISLO "Z";
2750 PRINT " "
2760 PRINT "ZADEJTE TYP ELEMENTU ( R,L,C,SOURCE,WIRE )";
2770 INPUT A$
2780 IF A$="C" THEN 2840
2790 IF A$="SOURCE" THEN 2910
2800 IF A$="R" THEN 2980
2810 IF A$="L" THEN 3050
2820 IF A$="WIRE" THEN 3120
2830 GOTO 2750
2840 PRINT
2850 PRINT "ZADEJTE HODNOTU KAPACITORU V MIKROFARADECH";

```

```

2860 INPUT T
2870 IF T<=0 THEN 2840
2880 C(I)=T/1000000
2890 C(I-5)=3
2900 GOTO 3150
2910 PRINT
2920 PRINT "ZADEJTE HODNOTU ZDROJE V MHOS";
2930 INPUT T
2940 IF T<=0 THEN 2910
2950 C(I)=T
2960 C(I-5)=1
2970 GOTO 3150
2980 PRINT
2990 PRINT "ZADEJTE HODNOTU REZISTORU V OHMECH";
3000 INPUT T
3010 IF T<=0 THEN 2980
3020 C(I)=1/T
3030 C(I-5)=0
3040 GOTO 3150
3050 PRINT
3060 PRINT "ZADEJTE HODNOTU INDUKTORU V MILIHENRY";
3070 INPUT T
3080 IF T<=0 THEN 3050
3090 C(I)=T/1000
3100 C(I-5)=2
3110 GOTO 3150
3120 C(I)=0
3130 C(I-5)=4
3140 REM ))) ZADANI ZAPOJENI UZLU ELEMENTU ( 3150-3460 )
3150 D1=0
3160 A$="ZAPOJENI ELEMENTU"
3170 PRINT
3180 PRINT A$; " - Z UZLU";
3190 INPUT E
3200 E=INT(E)
3210 IF E<=0 THEN 3170
3220 PRINT
3230 PRINT TAB(20); "DO UZLU";
3240 INPUT D
3250 D=INT(D)
3260 IF E=D THEN 3170
3270 IF D<0 THEN 3170
3280 IF E>N THEN 3170
3290 IF D>N THEN 3170
3300 C(I-3)=0
3310 C(I-4)=0
3320 IF D1=0 THEN 3360
3330 C(I-3)=E
3340 C(I-4)=D
3350 GOTO 3420
3360 C(I-1)=E
3370 C(I-2)=D
3380 IF C(I-5)<>1 THEN 3420
3390 D1=1
3400 A$="RIDICI NAFETI"
3410 GOTO 3170
3420 IF F=1 THEN 3490
3430 I=I-6
3440 NEXT Z
3450 PRINT " "
3460 PRINT "VSECHNY ELEMENTY (SOUCASTKY) OBVODU JSOU ZADANY"
3470 REM ))) TABULKA ZAPOJENI ELEMENTU OBVODU ( 3480-4070 )
3480 F1=1
3490 F=0
3500 FOR Z=0 TO 12
3510 C(513+Z)=Z
3520 NEXT Z
3530 GOSUB 3560
3540 IF J=-777 THEN 4250
3550 GOTO 4090
3560 PRINT " "
3570 PRINT " "
3580 PRINT "TABULKA ZAPOJENI OBVODU"
3590 F2=0
3600 PRINT "-----";
3610 PRINT " "
3620 PRINT "CISLO TYP Z UZLU ";
3630 PRINT "DO UZLU HODNOTA";
3640 PRINT "-----";
3650 PRINT " "
3660 I=500
3670 FOR Z=1 TO C
3680 D=C(513+C(I-1))
3690 E=C(513+C(I-2))
3700 IF D=E THEN 3980
3710 IF C(I-5)>0 THEN 3750
3720 A$="REZISTOR"
3730 G=1/C(I)
3740 GOTO 3930
3750 IF C(I-5)>1 THEN 3790
3760 A$="ZDROJ"
3770 G=C(I)
3780 GOTO 3930
3790 IF C(I-5)>2 THEN 3830
3800 A$="INDUKTOR"
3810 G=C(I)*1000
3820 GOTO 3930
3830 IF C(I-5)>3 THEN 3890
3840 IF F2=0 THEN 3860
3850 IF D1=1 THEN 3980
3860 A$="KAPACITOR"
3870 G=C(I)*1000000
3880 GOTO 3930
3890 A$="DRAT SPOJ"
3900 IF F2>0 THEN 3980
3910 PRINT Z; " "A$;D;E
3920 GOTO 3980
3930 PRINT Z; " "A$;D;E;G
3940 IF C(I-5)<>1 THEN 3980
3950 D=C(513+C(I-3))
3960 E=C(513+C(I-4))
3970 PRINT TAB(29);D;E;" RIZENI"
3980 I=I-6
3990 NEXT Z
4000 PRINT "-----";
4010 PRINT " "
4020 PRINT "TENTO OBVOD MA ZADANO "N"; "UZLU"
4030 PRINT "-----";
4040 PRINT " "
4050 PRINT " "
4060 PRINT " "
4070 RETURN
4080 REM ))) URCENI TYPU MODIFIKACE ( 4090-4400 )
4090 PRINT
4100 PRINT "CHCETE OBVOD MODIFIKOVAT ( N/A )";
4110 INPUT A$
4120 PRINT " "
4130 IF A$="N" THEN 4940
4140 F=9

```



```

4150 PRINT
4160 PRINT "CHCETE ZMENIT POCET UZLU - NYNI "N" UZLU ( A/N )";
4170 INPUT A$
4180 IF A$="A" THEN 1870
4190 PRINT " "
4200 PRINT
4210 PRINT "CHCETE ZAMENIT VYSTUPNI UZEL 2 ZA JINY ( N/A )";
4220 INPUT A$
4230 IF A$="A" THEN 4600
4240 PRINT " "
4250 PRINT
4260 PRINT "ZADEJTE MODIFIKACI ( REPLACE/DELETE/INSERT OR END )";
4270 INPUT A$
4280 J=-777
4290 IF A$="END" THEN 4930
4300 IF A$="INSERT" THEN 4490
4310 PRINT
4320 PRINT A$;" HODNOTU A DATA ELEMENTU (SOUCASKY) CISLO";
4330 INPUT Z
4340 Z=INT(Z)
4350 IF Z<1 THEN 4310
4360 IF Z>C THEN 4310
4370 F=1
4380 I=500-(Z-1)*6
4390 IF A$="REPLACE" THEN 2730
4400 IF A$<>"DELETE" THEN 4240
4410 REM ))) VYNECHANI A VLOZENI ELEMENTU ( 4420-4580 );
4420 IF Z=C THEN 4470
4430 T=6*(C-Z)-1
4440 FOR S1=0 TO T
4450 C(I-S1)=C(I-6-S1)
4460 NEXT S1
4470 C=C-1
4480 GOTO 3490
4490 F=1
4500 I=INT((490-2*N*N)/6)
4510 IF C+1<I THEN 4550
4520 PRINT " "
4530 PRINT "NENI JIZ MOZNE ROZSIRIT POCET ELEMENTU !!!"
4540 GOTO 3490
4550 C=C+1
4560 I=500-(C-1)*6
4570 Z=C
4580 GOTO 2730
4590 REM ))) ZAMENA UZLU 2 ZA JINY UZEL ( 4600-4910 )
4600 PRINT
4610 PRINT "ZADEJTE CISLO UZLU, KTERY SE MA STAT ";
4620 PRINT "VYSTUPNIM UZLEM 2";
4630 INPUT Z
4640 Z=INT(Z)
4650 IF Z<3 THEN 4600
4660 IF Z>N THEN 4600
4670 I=500
4680 FOR S1=1 TO C
4690 IF C(I-1)<>Z THEN 4720
4700 C(I-1)=Z
4710 GOTO 4740
4720 IF C(I-1)<>Z THEN 4740
4730 C(I-1)=2
4740 IF C(I-2)<>Z THEN 4770
4750 C(I-2)=Z
4760 GOTO 4790
4770 IF C(I-2)<>Z THEN 4790
4780 C(I-2)=2
4790 IF C(I-3)<>Z THEN 4820
4800 C(I-3)=Z
4810 GOTO 4840
4820 IF C(I-3)<>Z THEN 4840
4830 C(I-3)=2
4840 IF C(I-4)<>Z THEN 4870
4850 C(I-4)=Z
4860 GOTO 4890
4870 IF C(I-4)<>Z THEN 4890
4880 C(I-4)=2
4890 I=I-6
4900 NEXT S1
4910 GOTO 3490
4920 REM ))) ULOZENI DAT DO KNIHOVNY ( 4930-5050 )
4930 PRINT " "
4940 PRINT
4950 PRINT "CHCETE ULOZIT DATA DO KNIHOVNY ( A/N )";
4960 INPUT A$
4970 J=0
4980 IF A$="N" THEN 5050
4990 SCRATCH #1
5000 WRITE #1,N,C
5010 T=501-6*C
5020 FOR Z=T TO 500
5030 WRITE #1,C(Z)
5040 NEXT Z
5050 PRINT " "
5060 REM ))) VYBER DC ANALYZY OBVODU ( 5070-5180 )
5070 N1=N
5080 PRINT " "
5090 PRINT "*****";
5100 PRINT "VYPOCET ADMITANCNI MATICE ***";
5110 PRINT " "
5120 F=0
5130 D1=0
5140 PRINT
5150 PRINT "CHCETE VYPOCITAT DC ANALYZU OBVODU ( A/N )";
5160 INPUT A$
5170 IF A$<>"A" THEN 5200
5180 D1=1
5190 REM ))) KONTROLA PROPOJENI ELEMENTU OBVODU ( 5200-5880 )
5200 PRINT " "
5210 PRINT " "
5220 PRINT "PRUBEH KONTROLY ZAPOJENI OBVODU ";
5230 PRINT " "
5240 FOR Z=501 TO 512
5250 C(Z)=0
5260 NEXT Z
5270 S2=2
5280 G=INT(SQR((490-6*C)/2))
5290 I=500
5300 FOR Z=1 TO C
5310 FOR T=1 TO 4
5320 IF C(I-T)<=S2 THEN 5390
5330 IF C(I-T)>G THEN 5360
5340 S2=C(I-T)
5350 GOTO 5390
5360 PRINT " "
5370 PRINT "CISLO UZLU COMPONENTU JE VYSSI,";
5380 GOTO 3490
5390 NEXT T
5400 I=I-6
5410 NEXT Z
5420 S2=2
5430 PRINT " "
5440 PRINT "V DANEM OBVODU JE PROPOJENO "N" UZLU"
5450 I=500
5460 FOR Z=1 TO C
5470 IF D1=0 THEN 5480
5480 IF C(I-5)=3 THEN 5520
5490 IF C(I-1)=0 THEN 5500
5500 C(500+C(I-1))=10
5510 IF C(I-2)=0 THEN 5520
5520 C(500+C(I-2))=10
5530 I=I-6
5540 NEXT Z
5550 FOR S1=1 TO N
5560 C(S1)=100
5570 I=500
5580 FOR Z=1 TO C
5590 IF D1=0 THEN 5600
5590 IF C(I-5)=3 THEN 5670
5600 IF C(I-1)=S1 THEN 5650
5610 IF C(I-2)<S1 THEN 5670
5620 IF C(I-1)=0 THEN 5670
5630 C(500+C(I-1))=C(500+C(I-2))
5640 GOTO 5670
5650 IF C(I-2)=0 THEN 5670
5660 C(500+C(I-2))=C(500+C(I-1))
5670 I=I-6
5680 NEXT Z
5690 NEXT S1
5700 S1=0
5710 FOR Z=2 TO N
5720 IF C(500+Z)>10 THEN 5780
5730 IF C(500+Z)>0 THEN 5770
5740 PRINT TAB(6);"VOLNY NEPROPOJENY UZEL";Z
5750 S1=S1+1
5760 GOTO 5780
5770 PRINT TAB(6);"NENI PROPOJENI NA UZEL 1 U UZLU";Z
5780 NEXT Z
5790 PRINT " "
5800 IF S1=0 THEN 5830
5810 PRINT TAB(6);"V OBVODU JE";S1;
5820 PRINT "VOLNYCH NEPROPOJENYCH UZLU !!!"
5830 IF C(502)>100 THEN 5870
5840 IF S1>0 THEN 5900
5850 PRINT TAB(6);"PROPOJENI V OBVODU JSOU LEGALNI PRO VYPOCET"
5860 GOTO 6010
5870 PRINT TAB(6);"UZLY 1 A 2 NEJSOU PROPOJENY SITI ";
5880 PRINT "ELEMENTU !!!"
5890 REM ))) VAROVANI PROGRAMU ( 5900-5990 )
5900 PRINT " "
5910 PRINT
5920 PRINT "CHCETE POKRACOVAT I ZA CENU CHYRY ( A/N )";
5930 INPUT A$
5940 IF A$="N" THEN 3490
5950 PRINT " "
5960 PRINT " * SPRAVNOST DALSIH VYPOCTU NENI ZARUCENA !!!"
5970 PRINT " * POKUD DOJDE K DELENI NULOU NEBO K LOGARITMU"
5980 PRINT " * ZAPORNEHO CISLA, NE PROGRAM ALE POCITAC"
5990 PRINT " * NAHLASI CHYBU A DATA JSOU ZITRACENA !!!"
6000 REM ))) ZKRATOVANI INDUKCNOSTI A SFOJU ( 6010-6610 )
6010 PRINT " "
6020 FOR Z=0 TO 12
6030 C(S13+Z)=Z
6040 NEXT Z
6050 I=500
6060 FOR Z=1 TO C
6070 IF D1=0 THEN 6100
6080 A$="DC - ZKRATOVANI INDUKCNOSTI MEZI UZLY"
6090 IF C(I-5)=2 THEN 6120
6100 IF C(I-5)<4 THEN 6280
6110 A$="SFOJENI DRATEM UZLU"
6120 D=C(I-1)
6130 E=C(I-2)
6140 PRINT TAB(6);A$;D;"A";E
6150 IF D<E THEN 6180
6160 D=E
6170 E=C(I-1)
6180 T=C(S13+E)
6190 IF T=E THEN 6220
6200 E=D
6210 D=T
6220 C(S13+E)=D
6230 FOR T=1 TO S2
6240 IF C(S13+T)<E THEN 6260
6250 C(S13+T)=D
6260 NEXT T
6270 N=N-1
6280 I=I-6
6290 NEXT Z
6300 FOR Z=0 TO S2
6310 IF C(S13+Z)=Z THEN 6330
6320 C(S13+Z)=C(S13+C(S13+Z))
6330 NEXT Z
6340 D=0
6350 FOR G=0 TO S2
6360 E=0
6370 FOR Z=0 TO S2
6380 IF C(S13+Z)<G THEN 6400
6390 E=1
6400 NEXT Z
6410 IF E=0 THEN 6480
6420 IF G=D THEN 6470
6430 FOR Z=1 TO S2
6440 IF C(S13+Z)<G THEN 6460
6450 C(S13+Z)=D
6460 NEXT Z
6470 D=D+1
6480 NEXT G
6490 N=D-1
6500 PRINT " "
6510 PRINT " "
6520 PRINT "P R E H L E D S K U T E C N E H O ";
6530 PRINT "Z A P O J E N I ";
6540 F2=1
6550 GOSUB 3600
6560 IF N>1 THEN 6630
6570 PRINT " * NEPRIFUSTNA KOMBINACE ELEMENTU V OBVODU !!!"
6580 PRINT " * PROTO UPOUSTIM OD VYPOCTU MATICE !!!"
6590 IF D1=1 THEN 9410
6600 PRINT TAB(24);"UPRAVTE S1 ZAPOJENI OBVODU !!!"
6610 GOTO 3490
6620 REM ))) NADPISY VYSLEDKU VYPOCTU ( 6630-6930 )
6630 IF D1=0 THEN 6680
6640 S=0
6650 A$="PRINTOUT"
6660 PRINT "D C C H A K A R I S T I K A"
6670 GOTO 6880
6680 PRINT
6690 PRINT "ZVOLTE ZPUSOB ZOBRAZENI VYSLEDKU ";
6700 PRINT " ( PRINTOUT/PLOT )";
6710 INPUT A$

```

```

6720 PRINT " "
6730 PRINT " "
6740 IF A$="PRINTOUT" THEN 6870
6750 IF A$(C("PLOT")) THEN 6680
6760 PRINT "P L O T T I N G      C H A R A K T E R I S T I K"
6770 PRINT "-----"
6780 PRINT " "
6790 PRINT " "
6800 PRINT " * OSA X :      ZADANY FREKVENCNI INTERVAL V HERTZ"
6810 PRINT " "
6820 T1=10000
6830 T2=-10000
6840 T3=10000
6850 T4=-10000
6860 GOTO 6950
6870 PRINT "T A B U L K A      C H A R A K T E R I S T I K"
6880 PRINT "-----"
6890 PRINT " "
6900 PRINT "FREKVENCE      AMPLITUDA      FAZE"
6910 PRINT "  V HERTZ      V DB      VE STUPNICH"
6920 PRINT "-----"
6930 PRINT " "
6940 REM ))) SESTAVENI ADMITANCNI MATICE      ( 6950-7520 )
6950 T=2*N*N-1
6960 FOR Z=0 TO T
6970 C(Z)=0
6980 NEXT Z
6990 I=500
7000 FOR X=1 TO C
7010 Z=0
7020 D2=C(513+C(I-1))
7030 IF D2=0 THEN 7070
7040 D=D2
7050 E2=C(513+C(I-2))
7060 GOTO 7110
7070 D2=C(513+C(I-2))
7080 D=D2
7090 E2=C(513+C(I-1))
7100 Z=3
7110 IF D2=E2 THEN 7400
7120 G=C(I)
7130 IF C(I-5)=1 THEN 7270
7140 E=D2
7150 GOSUB 7440
7160 IF E2=0 THEN 7400
7170 D=E2
7180 E=E2
7190 GOSUB 7440
7200 D=D2
7210 G=C(I)
7220 GOSUB 7440
7230 D=E2
7240 E=D2
7250 GOSUB 7440
7260 GOTO 7400
7270 IF Z=3 THEN 7290
7280 G=C(I)
7290 Z=0
7300 E=C(513+C(I-3))
7310 GOSUB 7440
7320 E=C(513+C(I-4))
7330 IF E=0 THEN 7360
7340 G=G
7350 GOSUB 7440
7360 IF Z=1 THEN 7400
7370 D=E2
7380 Z=1
7390 IF D=0 THEN 7300
7400 I=I-6
7410 NEXT X
7420 IF N=2 THEN 7930
7430 GOTO 7540
7440 P=N*D-N+E-1
7450 IF C(I-5)=2 THEN 7480
7460 C(P)=C(P)+G
7470 RETURN
7480 T=2*S*G*3.141592654
7490 IF C(I-5)=3 THEN 7510
7500 T=-1/T
7510 C(N*N+P)=C(N*N+P)+T
7520 RETURN
7530 REM ))) REDUKCE MATICE NA FORMU 2X2      ( 7540-7860 )
7540 X=N
7550 FOR K=1 TO X-1
7560 FOR L=1 TO X-1
7570 Y=X*K-1
7580 I=C(Y)
7590 J=C(X*X+Y)
7600 Y=X*K-X+L-1
7610 P=C(Y)
7620 R=C(X*X+Y)
7630 T=I*P-J*R
7640 J=I*R+J*P
7650 I=T
7660 P=C(X*X-1)
7670 R=C(2*X*X-1)
7680 IF P<0 THEN 7710
7690 IF R<0 THEN 7710
7700 GOTO 7900
7710 T=I*P+J*R
7720 J=J*P-I*R
7730 I=T/(P*P+R*R)
7740 J=J/(P*P+R*R)
7750 Y=X*K-X+L-1
7760 T=(X-1)*K-X+L
7770 C(T)=C(Y)-I
7780 C(X*X+T)=C(X*X+Y)-J
7790 NEXT L
7800 NEXT K
7810 X=X-1
7820 T=(X+1)*(X+1)
7830 FOR Z=0 TO X*X-1
7840 C(X*X+Z)=C(T+Z)
7850 NEXT Z
7860 IF X>2 THEN 7550
7870 REM ))) VYPOCTY AMPLITUDY A FAZE      ( 7880-8020 )
7880 IF C(3)<0 THEN 7930
7890 IF C(7)<0 THEN 7930
7900 PRINT " "
7910 PRINT " "
7920 GOTO 8570
7930 T=C(2)*C(3)-C(6)*C(7)
7940 J=C(6)*C(3)+C(2)*C(7)
7950 I=T/(C(3)*C(3)+C(7)*C(7))
7960 J=J/(C(3)*C(3)+C(7)*C(7))
7970 IF J+I=0 THEN 7900
7980 T=20*LOG(SQR(J*J+I*I))/LOG(10)
7990 Z=ATN(J/I)
8000 IF D1=1 THEN 8590
8010 IF A$="PRINTOUT" THEN 8610
8020 IF F=3 THEN 8140
8030 REM ))) ZJISTOVANI ROZSAHU PLOTTINGU      ( 8040-8120 )
8040 IF T=1 THEN 8060
8050 T1=T
8060 IF T=T2 THEN 8080
8070 T2=T
8080 IF Z=T3 THEN 8100
8090 T3=Z
8100 IF Z=T4 THEN 8620
8110 T4=Z
8120 GOTO 8620
8130 REM ))) PROCEDURA PLOTTING      ( 8140-8560 )
8140 S1=(Z1-18)/(T2-T1)
8150 T=INT((T-T1)*S1)
8160 S1=(Z1-18)/(T4-T3)
8170 Z=INT((Z-T3)*S1)
8180 IF T<0 THEN 8220
8190 IF Z<0 THEN 8220
8200 IF T>20 THEN 8220
8210 IF Z>19 THEN 8240
8220 PRINT S, " MIMO HRANICE"
8230 GOTO 8620
8240 F=0
8250 S2=Z
8260 PRINT S, "I "
8270 IF T=Z THEN 8310
8280 S2=T
8290 F=5
8300 GOTO 8420
8310 IF T=0 THEN 8350
8320 FOR S1=1 TO Y
8330 PRINT " "
8340 NEXT S1
8350 IF Y<Z THEN 8390
8360 IF F=6 THEN 8390
8370 PRINT " "
8380 GOTO 8510
8390 PRINT " "
8400 IF F=5 THEN 8510
8410 Z=Z-1-T
8420 IF Z=0 THEN 8460
8430 FOR S1=1 TO Z
8440 PRINT " "
8450 NEXT S1
8460 PRINT " "
8470 IF F=0 THEN 8510
8480 F=6
8490 T=T-1-Z
8500 GOTO 8310
8510 FOR S1=0 TO Z1-S2-20
8520 PRINT " "
8530 NEXT S1
8540 PRINT "I"
8550 F=3
8560 GOTO 8620
8570 REM ))) TISK VYSLEDKU DO TABULKY      ( 8590-8610 )
8580 REM ))) NAVRATY DO PROCEDUR      ( 8620-8720 )
8590 PRINT "DC      "T1,Z
8600 GOTO 8700
8610 PRINT S,T,Z
8620 IF B$="PRIVAT" THEN 8660
8630 READ S
8640 IF S=99999 THEN 8680
8650 GOTO 6950
8660 S=S+V
8670 IF S<0 THEN 6950
8680 IF F=3 THEN 9340
8690 IF A$(C("PRINTOUT")) THEN 8740
8700 PRINT "-----"
8710 PRINT " "
8720 GOTO 9380
8730 REM ))) TISK INTERVALU AMPLITUDY A FAZE      ( 8740-8910 )
8740 F=3
8750 PRINT " * OSA Y :      * AMPLITUDA V DB"
8760 PRINT " "
8770 PRINT TAB(12); "MINIMALNI AMPLITUDA : "T1
8780 PRINT TAB(12); "MAXIMALNI AMPLITUDA : "T2
8790 PRINT " "
8800 PRINT " "
8810 PRINT " "
8820 PRINT TAB(12); "MINIMALNI FAZE      : "T3
8830 PRINT TAB(12); "MAXIMALNI FAZE      : "T4
8840 PRINT " "
8850 PRINT " "
8860 PRINT " "
8870 PRINT "ZADEJTE POCET ZNAKU NA RADEK PRO PLOTTING"
8880 INPUT Z1
8890 Z1=INT(Z1)
8900 IF Z1<40 THEN 8860
8910 IF Z1>72 THEN 8860
8920 REM ))) ROZSIRENI INTERVALU PLOTTINGU      ( 8930-9250 )
8930 IF T1=T2 THEN 8990
8940 T=T1-(T2-T1)/20
8950 T2=T2+(T2-T1)/20
8960 T1=(INT(10*T))/10+0.1
8970 T2=(INT(10*T2))/10+0.1
8980 GOTO 9060
8990 IF T1=0 THEN 9040
9000 T=ABS(T1/20)
9010 T=T1-T
9020 T2=T2+T
9030 GOTO 8960
9040 T1=-20
9050 T2=5
9060 IF T3=T4 THEN 9110
9070 T=(INT(10*(T3-(T4-T3)/10)))/10+0.1
9080 T4=(INT(10*(T4-(T4-T3)/10)))/10+0.1
9090 T3=T
9100 GOTO 9130
9110 T3=-90
9120 T4=270
9130 PRINT " "
9140 PRINT " "
9150 PRINT "----> OSA Y :      * AMPLITUDA"
9160 PRINT " "
9170 PRINT " "
9180 PRINT " "
9190 PRINT TAB(16); "T1;TAB(Z1-14);T2"
9200 PRINT TAB(16); "T3;TAB(Z1-14);T4"
9210 PRINT TAB(17); "I"TAB(Z1-3);"I"
9220 PRINT " "
9230 FOR Z=1 TO Z1
9240 PRINT " "
9250 NEXT Z
9260 REM ))) DATA A NAVRATY DO PROCEDUR      ( 9270-9680 )
9270 PRINT " "
9280 IF B$="PRIVAT" THEN 9320

```

```

9290 RESTORE
9300 READ S
9310 GOTO 6950
9320 S=S3
9330 GOTO 6950
9340 FOR Z=1 TO Z1
9350 PRINT "-";
9360 NEXT Z
9370 PRINT " "
9380 PRINT " "
9390 PRINT " "
9400 IF B1=0 THEN 9480
9410 B1=0
9420 IF B$="PRIVAT" THEN 9460
9430 RESTORE
9440 READ S
9450 GOTO 5200
9460 S=S3
9470 GOTO 5200
9480 PRINT

```

```

9490 PRINT "CHCETE OPAKOVANY PRUCHOD NEBO ZMENU "
9500 PRINT "ZADANI ( A/N )?"
9510 INPUT A$
9520 F=7
9530 N=N1
9540 IF A$="A" THEN 1470
9550 PRINT " "
9560 PRINT " "
9570 PRINT "UKONCENI EDITACNIHO A OCHRANNEHO PROGRAMU"
9580 PRINT " "
9590 PRINT "*****"
9600 PRINT "KONEC PROGRAMU ***"
9610 PRINT " "
9620 PRINT " "
9630 END
9640 DATA 10,20,30,40,50,60,70,80,90,100,200,300,400,500
9650 DATA 600,700,800,900,1000,2000,3000,4000,5000,6000
9660 DATA 7000,8000,9000,10000,11000,12000,13000,14000
9670 DATA 15000,16000,17000,18000,19000,20000,25000
9680 DATA 30000,35000,40000,45000,50000,99999

```

## PŘÍKLAD POUŽITÍ PROGRAMU

\*\*\*\*\* UVOD DO PROGRAMU \*\*\*

\* KOMPLEXNÍ ANALÝZA LINEÁRNÍCH OBVODU  
VERZE V 6.41 12.1.1983

\* NAPROGRAMOVÁVAT STANISLAV-NOVAK  
NA POČÍTACI SIEMENS

\* DELKA PROGRAMU : 24100 BYTE  
POLE MATICE : 2100 BYTE

\* PROGRAM POČÍTÁ FREKVENČNÍ A FÁZOVOU CHARAKTE-  
RISTIKU ELEKTRICKÉHO OBVODU, SESTAVENÉHO Z  
REZISTORU, KAPACIT, INDUKČNOSTI A NAPĚTÍM  
RIZENÝCH PROUDOVÝCH ZDROJŮ.

\* S ELEMENTY OBVODU MUŽEME PROVADEŤ EDITACNÍ  
UKONY - VÝMĚNA, ULOŽENÍ, VYNECHÁNÍ, NEBO JE  
MUŽEME ZKRATOVAT VODIČEM.

\* POČET UZLŮ JE OMEZEN OD 2 DO 12, POČÍTANO BEZ  
REFERENČNÍHO UZLU 0.

\* UZEL 0 JE REFERENČNÍ UZEL NEBO ZEM,  
UZEL 1 JE IMPLICITNĚ VSTUPNÍ UZEL,  
UZEL 2 JE IMPLICITNĚ VÝSTUPNÍ UZEL.

\* MEZI UZLY 1 A 0 JE ZAPOJEN ZDROJ STŘÍBÁVÉHO  
NAPĚTÍ O AMPLITUDE 1 VOLT.

\* VYPOČTENÁ HODNOTA FÁZE JE VZDY Z INTERVALU  
-90 AZ 270 STUPNŮ.

\*\*\*\*\* SPECIFIKACE BEHU PROGRAMU \*\*\*

CHCETE NACÍST DATA Z KNIHOVNY ( N/A )?N

SEKCE KONTROLY A ZADÁNÍ POČTU UZLŮ :

ZADEJTE POČET UZLŮ ( 2-12 )?2

URČETE TYP FREKVENČNÍHO INTERVALU ( PRIVAT/AUTO )?AUTO

AUTO LOGARITMICKÝ FREKVENČNÍ INTERVAL 10 - 50000 HERTZ

\*\*\*\*\* ZADÁVÁNÍ ELEMENTU OBVODU \*\*\*

SEKCE ZADÁVÁNÍ ELEMENTU OBVODU :  
MUŽETE ZADAT MAXIMÁLNÍ BO ELEMENTU

ZADEJTE POČET ELEMENTU V OBVODU?2

ZADEJTE V LÍROVOLNÉM PORADÍ TYP, HODNOTU  
A ZAPOJENÍ UZLŮ PRO VŠECHNY PASIVNÍ  
I AKTIVNÍ ELEMENTY (SOUČÁSTKY) OBVODU

ELEMENT ČÍSLO 1  
ZADEJTE TYP ELEMENTU ( R,L,C,SOURCE,WIRE )?R  
ZADEJTE HODNOTU REZISTORU V OHMECH?5600  
ZAPOJENÍ ELEMENTU - Z UZLU?1  
DO UZLU?2

ELEMENT ČÍSLO 2  
ZADEJTE TYP ELEMENTU ( R,L,C,SOURCE,WIRE )?C  
ZADEJTE HODNOTU KAPACITORU V MIKROFARADECH?0.047  
ZAPOJENÍ ELEMENTU - Z UZLU?2  
DO UZLU?0

VŠECHNY ELEMENTY (SOUČÁSTKY) OBVODU JSOU ZADÁNY \*

TABULKA ZAPOJENÍ OBVODU

ČÍSLO	TYP	Z UZLU	DO UZLU	HODNOTA
1	REZISTOR	1	2	5600
2	KAPACITOR	2	0	.047

TENTO OBVOD MÁ ZADÁNO 2 UZLŮ

CHCETE OBVOD MODIFIKOVAT ( N/A )?N

CHCETE ULOŽIT DATA DO KNIHOVNY ( A/N )?N

\*\*\*\*\* VÝPOČET ADMITANČNÍ MATICE \*\*\*

CHCETE VÝPOČÍTAT DO ANALÝZY OBVODU ( A/N )?N

PRŮBĚH KONTROLY ZAPOJENÍ OBVODU :

V DANÉM OBVODU JE PROPOJENO 2 UZLŮ

PROPOJENÍ V OBVODU JSOU LEGÁLNÍ PRO VÝPOČET

ČÍSLO	TYP	Z UZLU	DO UZLU	HODNOTA
1	REZISTOR	1	2	5600
2	KAPACITOR	2	0	.047

TENTO OBVOD MÁ ZADÁNO 2 UZLŮ

ZVOLTE ZPŮSOB ZOBRAZENÍ VÝSLEDKU ( PRINTOUT/PLOT )?PLOT

PLOTTING CHARAKTERISTIK

\* USA X : ZADANÝ FREKVENČNÍ INTERVAL V HERTZ

\* OSA Y : \* AMPLITUDE V DB

MINIMÁLNÍ AMPLITUDE : -39.3493503107805

MAXIMÁLNÍ AMPLITUDE : -118756239948465E-02

\* FÁZE VE STUPNÍCH

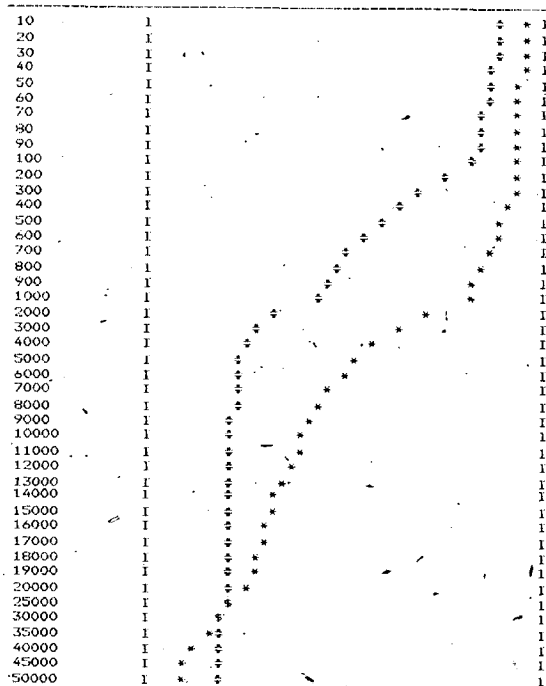
MINIMÁLNÍ FÁZE : -1.55870307570326

MAXIMÁLNÍ FÁZE : -1.65358364131262E-01

ZADEJTE POČET ZNAKŮ NA ŘÁDEK PRO PLOTTING?60

---) OSA Y, : \* AMPLITUDE  
\* FÁZE  
\* SHOWA AMPLITUDE A FÁZE

-40.4 2  
-1.9 .2  
1



CHCETE OPAKOVANY PRUCHOD NEBO ZMENU ZADANI ( A/N )?A

\*\*\*\*\* SPECIFIKACE BEHU PROGRAMU \*\*\*

CHCEJE NACIST DATA Z KNIHOVNY ( N/A )?N

BUDETE ZADAVAT UPLNE NOVY OBVOD ( N/A )?N

CHCETE ZMENIT FREKVENCNI INTERVAL ( A/N )?A

URCETE TYP FREKVENCNIHO INTERVALU ( PRIVAT/AUTO )?PRIVAT

ZADANI LINEARNIHO FREKVENCNIHO INTERVALU PRIVAT

ZADEJTE POCATECNI FREKVENCII V HERTZ?500

ZADEJTE KONECNOU FREKVENCII V HERTZ?15000

ZADEJTE FREKVENCNI PRIRUSTEK V HERTZ?500

PRIVAT LINEARNI FREKVENCNI INTERVAL 500 - 15000 HERTZ

TABULKA ZAPOJENI OBVODU

CISLO	TYP	Z UZLU	DO UZLU	HODNOTA
1	REZISTOR	1	2	5600
2	KAPACITOR	2	0	.047

TENTO OBVOD MA ZADANO 2 UZLU

CHCETE OBVOD MODIFIKOVAT ( N/A )?A

CHCETE ZMENIT POCET UZLU - NYNI 2 UZLU ( A/N )?A

ZADEJTE POCET UZLU ( 2-12 )?5

TABULKA ZAPOJENI OBVODU

CISLO	TYP	Z UZLU	DO UZLU	HODNOTA
1	REZISTOR	1	2	5600
2	KAPACITOR	2	0	.047

TENTO OBVOD MA ZADANO 5 UZLU

CHCETE OBVOD MODIFIKOVAT ( N/A )?A

CHCETE ZMENIT POCET UZLU - NYNI 5 UZLU ( A/N )?N

CHCETE ZAMENIT VYSTUPNI UZEL 2 ZA JINY ( N/A )?A

ZADEJTE CISLO UZLU, KTERY SE MA STAT VYSTUPNIM UZLEM 273

TABULKA ZAPOJENI OBVODU

CISLO	TYP	Z UZLU	DO UZLU	HODNOTA
1	REZISTOR	1	3	5600
2	KAPACITOR	3	0	.047

TENTO OBVOD MA ZADANO 5 UZLU

CHCETE OBVOD MODIFIKOVAT ( N/A )?A

CHCETE ZMENIT POCET UZLU - NYNI 5 UZLU ( A/N )?N

CHCETE ZAMENIT VYSTUPNI UZEL 2 ZA JINY ( N/A )?N

ZADEJTE MODIFIKACI ( REPLACE/DELETE/INSERT OR END )?INSERT

ELEMENT CISLO 3

ZADEJTE TYP ELEMENTU ( R,L,C,SOURCE,WIRE )?R

ZADEJTE HODNOTU REZISTORU V OHMECH?5000

ZAPOJENI ELEMENTU - Z UZLU?3

DO UZLU?0

ZADEJTE MODIFIKACI ( REPLACE/DELETE/INSERT OR END )?INSERT

ELEMENT CISLO 4

ZADEJTE TYP ELEMENTU ( R,L,C,SOURCE,WIRE )?C

ZADEJTE HODNOTU KAPACITORU V MIKROFARADECH?0.000005

ZAPOJENI ELEMENTU - Z UZLU?3

DO UZLU?4

ZADEJTE MODIFIKACI ( REPLACE/DELETE/INSERT OR END )?INSERT

ELEMENT CISLO 5

ZADEJTE TYP ELEMENTU ( R,L,C,SOURCE,WIRE )?SOURCE

ZADEJTE HODNOTU ZDROJE V MHOS?5

ZAPOJENI ELEMENTU - Z UZLU?4

DO UZLU?5

RJIDICI NAFETI - Z UZLU?3

DO UZLU?0

ZADEJTE MODIFIKACI ( REPLACE/DELETE/INSERT OR END )?INSERT

ELEMENT CISLO 6

ZADEJTE TYP ELEMENTU ( R,L,C,SOURCE,WIRE )?R

ZADEJTE HODNOTU REZISTORU V OHMECH?1000

ZAPOJENI ELEMENTU - Z UZLU?5

DO UZLU?0

ZADEJTE MODIFIKACI ( REPLACE/DELETE/INSERT OR END )?INSERT

ELEMENT CISLO 7

ZADEJTE TYP ELEMENTU ( R,L,C,SOURCE,WIRE )?R

ZADEJTE HODNOTU REZISTORU V OHMECH?10000

ZAPOJENI ELEMENTU - Z UZLU?4

DO UZLU?0

ZADEJTE MODIFIKACI ( REPLACE/DELETE/INSERT OR END )?INSERT

ELEMENT CISLO 8

ZADEJTE TYP ELEMENTU ( R,L,C,SOURCE,WIRE )?C

ZADEJTE HODNOTU KAPACITORU V MIKROFARADECH?10.

ZAPOJENI ELEMENTU - Z UZLU?4

DO UZLU?2

ZADEJTE MODIFIKACI ( REPLACE/DELETE/INSERT OR END )?INSERT

ELEMENT CISLO 9

ZADEJTE TYP ELEMENTU ( R,L,C,SOURCE,WIRE )?R

ZADEJTE HODNOTU REZISTORU V OHMECH?100000

ZAPOJENI ELEMENTU - Z UZLU?2

DO UZLU?0

TABULKA ZAPOJENI OBVODU

CISLO	TYP	Z UZLU	DO UZLU	HODNOTA
1	REZISTOR	1	3	5600
2	KAPACITOR	3	0	.047
3	REZISTOR	3	0	5000
4	KAPACITOR	3	4	.000005
5	ZDROJ	4	5	5
6	REZISTOR	3	0	RIZENI
7	REZISTOR	5	0	1000
8	KAPACITOR	4	0	10000
9	REZISTOR	2	0	10
				100000

TENTO OBVOD MA ZADANO 5 UZLU

ZADEJTE MODIFIKACI ( REPLACE/DELETE/INSERT OR END )?END

CHCETE ULOZIT DATA DO KNIHOVNY ( A/N )?A

\*\*\*\*\* VYPOCET ADMITANCNI MATICE \*\*\*

CHCETE VYPOCITAT DC ANALYZU OBVODU ( A/N )?A

PRUBEH KONTROLY ZAPOJENI OBVODU :

V DANEM OBVODU JE PROPOJENO 5 UZLU  
NENI PROPOJENI NA UZEL 1 U UZLU 2  
NENI PROPOJENI NA UZEL 1 U UZLU 4  
NENI PROPOJENI NA UZEL 1 U UZLU 5

UZLY 1 A 2 NEJSOU PROPOJENY SITI ELEMENTU !!!

CHCETE POKRACOVAT I ZA CENU CHYBY ( A/N )?A

\* SPRAVNOST DALSIH VYPOCTU NENI ZARUCENA !!!  
POKUD DOJDE K DELENI NULOU NEBO K LOGARITMU  
ZAPORNEHO CISLA, NE PROGRAM ALE POCITAC  
NAHLASI CHYBU A DATA JSOU ZTRACENA !!!

PREHLED SKUTECEHO ZAPOJENI

CISLO	TYP	Z UZLU	DO UZLU	HODNOTA
1	REZISTOR	1	3	5600
3	REZISTOR	3	0	5000
5	ZDROJ	4	5	5
6	REZISTOR	3	0	RIZENI
7	REZISTOR	5	0	1000
8	REZISTOR	4	0	10000
9	REZISTOR	2	0	100000

TENTO OBVOD MA ZADANO 5 UZLU

DC CHARAKTERISTIKA

FREKVENCE V HERTZ	AMPLITUDA V DB	FAZE VE STUPNICH
----------------------	-------------------	---------------------

CHYBA V REDUKCI MATICE - DELENI NULOU !!!  
NEPRIJATNA KOMBINACE ELEMENTU V OBVODU !!!  
PROTO UPOUSTIM OD VYPOCTU MATICE !!!

PRUBEH KONTROLY ZAPOJENI OBVODU :

V DANEM OBVODU JE PROPOJENO 5 UZLU

PROPOJENI V OBVODU JSOU LEGALNI PRO VYPOCET

PREHLED SKUTECEHO ZAPOJENI

CISLO	TYP	Z UZLU	DO UZLU	HODNOTA
1	REZISTOR	1	3	5600
2	KAPACITOR	3	0	.047
3	REZISTOR	3	0	5000
4	KAPACITOR	3	4	.000005
5	ZDROJ	4	5	5
6	REZISTOR	3	0	RIZENI
7	REZISTOR	5	0	1000
8	KAPACITOR	4	0	10000
9	REZISTOR	2	0	10
				100000

TENTO OBVOD MA ZADANO 5 UZLU

ZVOLTE ZPUSOB ZOBRAZENI VYSLEDKU ( PRINTOUT/PLOT )?PLOT

PLOTTING CHARAKTERISTIK

\* USA X : ZADANY FREKVENCNI INTERVAL V HERTZ

\* USA Y : \* AMPLITUDA V DB

MINIMALNI AMPLITUDA : 53.5828875819445

MAXIMALNI AMPLITUDA : 81.5230676990065

\* FAZE VE STUPNICH

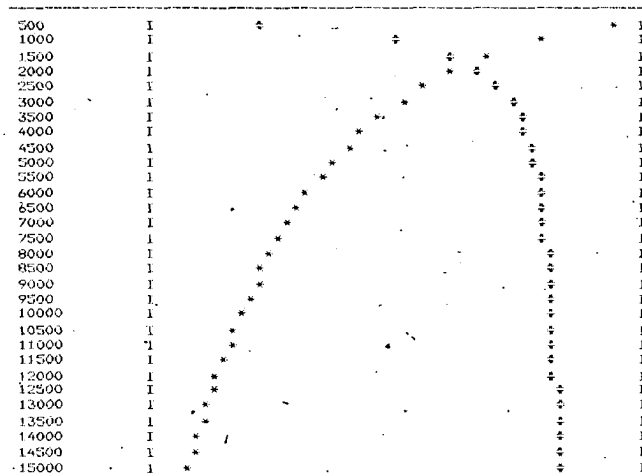
MINIMALNI FAZE : .981844592616061

MAXIMALNI FAZE : 1.54964312478069

ZADEJTE POČET ZNAKU NA ŘÁDEK PRO PLOTTING???

---> USA Y : \* AMPLITUDA  
% FAZE  
% SHODA AMPLITUDY A FAZE

52 83  
.8 1.7  
I



ELEMENT CÍSL0 1  
ZADEJTE TYP ELEMENTU ( R=L,C,SOURCE,WIRE )?R  
ZADEJTE HODNOTU REZISTORU V OHMECH?10000  
ZAPOJENÍ ELEMENTU - Z UZLU??  
DO UZLU??

ELEMENT CÍSL0 2  
ZADEJTE TYP ELEMENTU ( R=L,C,SOURCE,WIRE )?C  
ZADEJTE HODNOTU KAPACITORU V MIKROFADECH?0.068  
ZAPOJENÍ ELEMENTU - Z UZLU??  
DO UZLU??

ELEMENT CÍSL0 3  
ZADEJTE TYP ELEMENTU ( R=L,C,SOURCE,WIRE )?L  
ZADEJTE HODNOTU INDUKTORU V MILIHENRY?150  
ZAPOJENÍ ELEMENTU - Z UZLU??  
DO UZLU??

VSECHNY ELEMENTY (SOUCASTKY) OBVODU JSOU ZADANY

TABULKA ZAPOJENÍ OBVODU

CÍSL0	TYP	Z UZLU	DO UZLU	HODNOTA
1	REZISTOR	1	2	10000
2	KAPACITOR	2	0	.068
3	INDUKTOR	2	0	150

- TENTO OBVOD MA ZADANO 2 UZLU

CHCETE OBVOD MODIFIKOVAT ( N/A )?N

CHCETE ULOŽIT DATA DO KNIHOVNY ( A/N )?N

\*\*\*\*\* VÝPOČET ADMITANČNÍ MATICE \*\*\*\*\*

CHCETE VÝPOČÍTAT DC ANALYZU OBVODU ( A/N )?N

PRŮBĚH KONTROLY ZAPOJENÍ OBVODU :

V DANÉM OBVODU JE PŘIPOJENO 2 UZLU

PŘIPOJENÍ V OBVODU JSOU LEGÁLNÍ PRO VÝPOČET

CHCETE OPAKOVANÝ PRŮCHOD NEBO ZMĚNU ZADÁNÍ ( A/N )?A

\*\*\*\*\* SPECIFIKACE BEHU PROGRAMU \*\*\*\*\*

CHCETE NACÍST DATA Z KNIHOVNY ( N/A )?N

BUDETE ZADÁVAT UPLNĚ NOVÝ OBVOD ( N/A )?A

SEKCE KONTROLY A ZADÁNÍ POČTU UZLU :

ZADEJTE POČET UZLU ( 2-12 )??

URČETE TYP FREQVENČNÍHO INTERVALU ( PRIVAT/AUTO )?PRIVAT

ZADÁNÍ LINEÁRNÍHO FREQVENČNÍHO INTERVALU PRIVAT

ZADEJTE POČATEČNÍ FREQVENCII V HERTZ?800

ZADEJTE KONEČNOU FREQVENCII V HERTZ?1200

ZADEJTE FREQVENČNÍ PŘIRŮSTEK V HERTZ?100

PRIVAT LINEÁRNÍ FREQVENČNÍ INTERVAL 800 - 1200 HERTZ

\*\*\*\*\* ZADÁVÁNÍ ELEMENTU OBVODU \*\*\*\*\*

SEKCE ZADÁVÁNÍ ELEMENTU OBVODU :

MŮŽETE ZADÁT MAXIMÁLNĚ 80 ELEMENTU

ZADEJTE POČET ELEMENTU V OBVODU?3

ZADEJTE V LIBOVOLNÉM PORÁDÍ TYP, HODNOTU

A ZAPOJENÍ UZLU PRO VSECHNY PÁSlVNI

I AKTIVNÍ ELEMENTY (SOUCASTKY) OBVODU

PŘEHLED SKUTEČNÉHO ZAPOJENÍ

CÍSL0	TYP	Z UZLU	DO UZLU	HODNOTA
1	REZISTOR	1	2	10000
2	KAPACITOR	2	0	.068
3	INDUKTOR	2	0	150

TENTO OBVOD MA ZADANO 2 UZLU

ZVOLTE ZPŮSOB ZOBRAZENÍ VÝSLEDKU ( PRINTOUT/PLOT )?PRINTOUT

TABULKA CHARAKTERISTIK

FREQVENCE V HERTZ	AMPLITUDA V DB	FAZE VE STUPNÍCH
800	-19.9087695317522	1.46956766468155
900	-18.0690052347947	1.44557296674777
1000	-16.1455182035305	1.41430213782384
1100	-14.0589658367322	1.37129936294786
1200	-11.7026759013006	1.30784054320237

CHCETE OPAKOVANÝ PRŮCHOD NEBO ZMĚNU ZADÁNÍ ( A/N )?N

UKONČENÍ EDITAČNÍHO A OCHRANNEHO PROGRAMU

\*\*\*\*\* KONEC PROGRAMU \*\*\*\*\*

## Převod přechodové charakteristiky na kmitočtovou a naopak (TI 58/59)

Jiří Ježek

Je-li přechodová charakteristika soustav  $y = f(t)$  dána body  $\{t_1; f_1\}, \{t_2; f_2\}, \dots, \{t_n; f_n\}$ , můžeme programem A-1 určit k danému úhlovému kmitočtu  $\omega$  hodnotu

$$F(\omega) = \text{Re}[F(\omega)] + i \cdot \text{Im}[F(\omega)].$$

Pro TI-58 je maximální počet daných bodů  $n = 19$  (v upraveném programu je  $n = 24$ ), pro TI-59 je maximální  $n = 49$ .

Práci s programem udává přehledná tabulka 1.

### Poznámka:

Pro zvýšení počtu datových registrů používá program vnitřních registrů číslo 4, 5 a 6. Instrukce HIR 35 a HIR 34 ve významu SUM 5 a SUM 4 však zkreslují při pevně nastavené desetinné čárce čísla menší než 1 (číslo řádu  $-n$  se převede na číslo řádu  $+n$ ). Proto musí být přístroj při výpočtu nastaven do režimu Eng.

Použitý algoritmus předpokládá, že  $f(0) = 0$  (vkládáme tedy vždy  $t_1 = 0$  a  $f_1 = 0$ ) a že pro  $t_n$  je přechodová charakteristika dostatečně ustálená.

Tab. 1.

krok	použití	vstupní hodnota	tlačítko	displej
1	Start	-	A'	0
2	Vložení daných hodnot	$t_1$ $f_1$ $t_2$ $f_2$ ... $t_n$ $f_n$	$x \neq 1$ R/S $x \neq 1$ R/S ... $x \neq 1$ R/S	0 0 0 0
3	Výpočet $F(\omega)$	$\omega$	A	$\text{Re}[F(\omega)]$ $\text{Im}[F(\omega)]$
4	3. krok opakuj pro jiné $\omega$	$\omega$		

### Obsazení registrů:

R0 ... k/2-2 řízení smyčky, R1 ... k index posledního registru, R2 ... j nepřímé adresy, R3 ...  $t_1$ , R4 ...  $f_2 - f_1$ , R5 ...  $f_2$ , R6 ...  $f_3 - f_2$ , atd.  
H4 ...  $\text{Re}[F(\omega)]$ , H5 ...  $\text{Im}[F(\omega)]$ , H6 ...

### Stručné odvození výpočtu:

$$F(p) = \int_0^{\infty} p \cdot f(t) \cdot e^{-pt} dt = \sum_{r=1}^{n-1} \int_{t_r}^{t_{r+1}} p \cdot f(t) \cdot e^{-pt} dt =$$

$$= \sum_{r=1}^{n-1} \left[ f_r \cdot e^{-pt_r} - f_{r+1} \cdot e^{-pt_{r+1}} + \int_{t_r}^{t_{r+1}} f'(t) \cdot e^{-pt} dt \right] =$$

$$= \sum_{r=1}^{n-1} \frac{2 \cdot (f_{r+1} - f_r)}{(t_{r+1} - t_r) \omega} \cdot \sin \frac{(t_{r+1} - t_r) \omega}{2}$$

$$\left[ \cos \frac{(t_{r+1} + t_r) \omega}{2} - i \cdot \sin \frac{(t_{r+1} + t_r) \omega}{2} \right].$$



Fix 3 A' 0 x  $\Rightarrow$  0 R/S  
1 x  $\Rightarrow$  0.3 R/S  
3 x  $\Rightarrow$  0.4 R/S  
1 A na displeji 0,217  
x  $\Rightarrow$  na displeji -0,214

**Dané hodnoty:**

$n$	$t$	$f(t)$
1	0	0
2	4	0,029
3	6	0,060
4	8	0,098
5	10	0,139
6	12	0,184
7	13	0,207
8	14	0,229
9	15	0,252
10	16	0,275
11	17	0,298
12	18	0,321
13	20	0,365
14	22	0,408
15	25	0,469
16	28	0,525
17	32	0,593
18	36	0,65+
19	40	0,704
20	48	0,787
21	58	0,860
22	66	0,900
23	80	0,945
24	120	0,990

$\omega$	Re [F (i $\omega$ )]	Im [F (i $\omega$ )]
0,01	0,915	-0,302
0,02	0,723	-0,518
0,03	0,494	-0,612
0,04	0,297	-0,610
0,05	0,154	-0,561
0,06	0,055	-0,502
0,07	-0,020	-0,440
0,08	-0,072	-0,370
0,09	-0,095	-0,301
0,1	-0,095	-0,249
0,15	-0,110	-0,110
0,2	-0,080	-0,058
0,3	-0,046	-0,011
0,5	-0,011	-0,005
1	0,006	-0,006
5	-0,001	-0,003

Je-li kmitočtová charakteristika soustavy  $F(\omega) = \text{Re}[F(\omega)] + i \cdot \text{Im}[F(\omega)]$  dána  $n$  body  $\{\omega_1; \text{Re}_1\}, \{\omega_2; \text{Re}_2\}, \dots, \{\omega_n; \text{Re}_n\}$ , můžeme programem A-2 určit k danému času  $t$  hodnotu přechodové funkce  $f(t)$  (symbolem  $\text{Re}$ , zde označujeme  $\text{Re}[F(\omega, t)]$ ). Pro TI-58 je maximální počet daných bodů  $n = 19$ , pro TI-59 je  $n = 49$ . Práci s programem udává přehledně tabulka 2.

Tab. 2.

krok	použití	vstupní hodnota	lačítko	displej
1	Start	-	B'	1
2	Vložení daných hodnot	$\omega_1$ Re <sub>1</sub>	$x \neq t$ R/S	2
		$\omega_2$ Re <sub>2</sub>	$x \neq t$ R/S	3
	$n_{\max} = 19$ pro TI-58 $n_{\max} = 49$ pro TI-59	$\omega_n$ Re <sub>n</sub>	$x \neq t$ R/S	$n + 1$
3	Výpočet $f(t)$	$t$	B'	$f(t)$
4	3. krok opaku pro jiné $t$			-

R0 ... k/2-2 řízení smyčky,  $n$ , R1 ... j pro nepřímé adresování, R2 ...  $\omega_1$ , R3 ...  $Re_1/\omega_1$  nebo  $re_1$ , R4 ...  $\omega_2$ , R5 ...  $Re_2/\omega_2$ , atd. H5 ...  $\omega_{i+1}$   $\omega_{i+1}$ , H6 ... t, H7 ... k-index posledního registru, H8 ... f (t)  
Stručné odvození výpočtu:

Fix 3 B'.0  $x \rightleftharpoons t$  1 R/S 0,01  $x \rightleftharpoons t$  0.96 R/S,  
 0,05  $x \rightleftharpoons t$  0.84 R/S 1  $x \rightleftharpoons t$  0.05 R/S B  
 na displeji 1.388  
 B'.1  $x \rightleftharpoons t$  .9 R/S  $x \rightleftharpoons t$  .8 R/S 5  $x \rightleftharpoons t$  .6  
 R/S B  
 na displeji 0.199

$$f(t) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{\text{Re} [F(j\omega)]}{\omega} \sin \omega t \, d\omega \doteq \frac{2}{\pi}$$

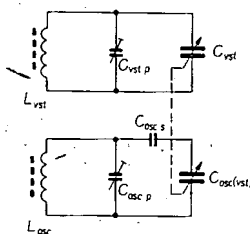
$$\sum_{r=1}^{n-1} \int_r^{r+1} \frac{\operatorname{Re}[F(\omega)]}{\omega} \sin \omega t \, dt = \frac{2}{\pi} \sum_{r=1}^{n-1} \left( \frac{\operatorname{Re}_{r+1}}{\omega_{r+1}} \sin \omega_{r+1} t + \frac{\operatorname{Re}_r}{\omega_r} \sin \omega_r t \right) \frac{\omega_{r+1} - \omega_r}{2}$$

Pro  $\omega = 0$  je počítána  $\lim_{\omega \rightarrow 0} \frac{\text{Re}(0)}{\omega} \sin \omega t = t \cdot \text{Re}(0)$ .

4 Op 17 pro TI 58, 10 Op 17 pro TI 59  
Lbl A'CMs 1 STO 1 Clr R/S Op 21 – Exc

## Karel Dušek

K sestavení programu byly použity vzorce uvedené v RK č. 1 z roku 1970. Vzhledem k tomu, že se jedná o poměrně rozsáhlý soubor navazujících vzorců, musel být z důvodů omezeného počtu programových kroků a paměťových registrů program rozdělen na sedm na sebe navazujících částí. Některé hodnoty jsou počítány podle dvou vzorců a proto zejména ve vyšších kmitočtových pásmech a ke konci celkového výpočtu, mohou vyjít dva mírně odlišné výsledky, zpravidla však až na 3. až 4. desetinném místě. Výsledky, které budou použity v dalších částech programu, jsou v oddíle vyvolání výsledků označeny ++ a je nutné opsat celý výsledek z displeje.



**Zadávané parametry:**

$f_{\text{vst max}} - (\text{MHz})$	} krajní kmitočty
$f_{\text{vst min}} - (\text{MHz})$	
$C_{\text{vst max}} - (\text{pF})$	kapacity ladící- ho kondenzátoru
$C_{\text{vst min}} - (\text{pF})$	

- 2) Vložit údaje do paměťových registrů:  
 $f_{vst\ max}$  (MHz) – **STO 1**  
 $f_{vst\ min}$  (MHz) – **STO 2**  
 $C_{vst\ max}$  (pF) – **STO 3**  
 $C_{vst\ min}$  (pF) – **STO 4**

0 = STO ind1 x $\neq$ t Op 21 STO Ind1GTO 6  
LbI A Eng Hir 06 Rad Clr Hir 04 Hir 05  
RCL 1 STO 2:2-2 = STO 0  
RCL Ind 2 - Op 32 RCL Ind 2 x $\neq$ t Op 32  
RCL Ind 2 = x Hir 16:2 = : sin = 1/xxx $\neq$ t =  
x $\neq$ t RCL Ind 2 + 2 SUM 2 RCL Ind 2 =  
:2 x Hir 16 = P $\rightarrow$ R +/- Hir 35 x $\neq$ t Hir 34  
Op 32 Op 32 Dsz 0 46 Hir 15 x $\neq$ t Hir 14  
INV Eng R/S celkem 111 kroků

Úprava programu pro TI-58 na zvýšení počtu registrů  $n_{\max} = 24$ :

5 Op 17 Rad Eng  
Lbl A' ... GTO 6

kroky 1 a 2 tabulky  
od adresy 000 vložíme zbývající část pro-  
gramu bez návěští Lbl A a bez instrukcí  
Eng Rad INV Eng, skok po instrukci Dsz  
směřujeme na adresu 18  
kroky 3 a 4 – program spouštíme tlačítky  
RST R/S

**Výpis programu:**

4 Op 17 pro TI 58, 10 Op 17 pro TI 59  
Lb1 E' RCL Ind 1 x Op 31 (RCL Ind 1 CP  
x = t 30 x Iflg 0 20 +/- - Hir 35 INV Stflg 0  
Hir 16) snv INV SBR Hir 16) INV SBR  
Lb1 B' CMs 3 STO 01 1 STO 0 R/S STO 3  
x=t STO 2 CP x=t 56 INV Prd 3  
Op 20 RCL 0 R/S Op 21 : x=t STO Ind 1  
= Op 21 STO Ind 1 RCL 1 Hir 7 GTO 56 Lb1  
B Eng Hir 6 Rad Clr Hir 8 Hir 17 STO  
1:2-2 = STO 00  
0 Hir 5 Stflg 0 E' + Op 31 E' = : 2 x Hir  
15 = Hir 38 Op 21 Dsz 0 99  
Hir 18 :  $\pi \times 2$  INV Eng R/S  
celkem 134 kroky

00	33	1	RCL 1	25	34	SUM 4
01	45	+		26	33	1 RCL 1
02	33	2	RCL 2	27	23	X <sup>2</sup>
03	85	=		-28	39	4 PRD 4
04	23	X <sup>2</sup>		29	33	2 RCL 2
05	32	0	STO 0	30	23	X <sup>2</sup>
06	32	6	-STO 6	31	39	3 PRD 3
07	33	4	RCL 4	32	61	1 SBR 1
08	84	+/-		33	33	3 RCL 3
09	39	6	PRD 6	34	85	=
10	33	3	RCL 3	35	32	1 STO 1
11	34	6	SUM 6	36	81	R/S
12	33	0	RCL 0	37	61	1 SBR 1
13	65	-		38	33	4 RCL 4
14	01	1		39	85	=
15	85	=		40	32	2 STO 2
16	-39	6	inv PRD 6	41	81	R/S
17	02	2		42	86	1 LBL 1
18	55	x		43	01	1
19	30	$\pi$		44	00	0
20	85	=		45	35	Y <sup>a</sup>
21	39	1	PRD 1	46	06	6
22	39	2	PRD 2	47	45	+
23	33	6	RCL 6	48	-61	inv SBR
24	34	3	SUM 3			

## Část 2.

Zadávané parametry:

$f_{vst\ max}$  – (MHz),

$f_{vst\ min}$  – (MHz).

1) Kontrola programu – LRN

2) Vložit do paměťových registrů údaje:

$f_{vst\ max}$  (MHz) – STO 1

$f_{vst\ min}$  (MHz) – STO 2

3) RST – R/S

Po ukončení výpočtu se na displeji objeví 0.

4) Vyvolání výsledků:

++  $f_{vst\ s}$  (MHz) – RCL 1

++  $f_{vst\ 1}$  (MHz) – RCL 2

++  $f_{vst\ 2}$  (MHz) – RCL 3

$\omega_{vst\ s}^2$  – RCL 4

$\omega_{vst\ 1}^2$  – RCL 5

$\omega_{vst\ 2}^2$  – RCL 6

00	33	0	RCL 1	21	32	5	STO 5
01	32	7	STO 7	22	33	3	RCL 3
02	33	2	RCL 2	23	32	6	STO 6
03	34	7	inv SUM 7	24	02	2	
04	04	4		25	39	4	PRD 4
05	39	7	inv PRD 7	26	39	5	PRD 5
06	03	3		27	39	6	PRD 6
07	24	√x		28	30	11	
08	39	7	PRD 7	29	39	4	PRD 4
09	33	2	RCL 2	30	39	5	PRD 5
10	34	1	SUM 1	31	39	6	PRD 6
11	02	2		32	33	4	RCL 4
12	39	1	inv PRD 1	33	39	4	PRD 4
13	33	1	RCL 1	34	33	5	RCL 5
14	32	2	STO 2	35	39	5	PRD 5
15	32	3	STO 3	36	33	6	RCL 6
16	32	4	STO 4	37	39	6	PRD 6
17	33	7	RCL 7	38	00	0	
18	34	2	inv SUM 2	39	32	7	STO 7
19	34	3	SUM 3	40	81	R/S	
20	33	2	RCL 2				

## Část 3

Výpočet pomocné hodnoty  $K'_2$

Zadávané parametry:

$f_{vst\ s}$  – (MHz),

$f_{vst\ 1}$  – (MHz),

$f_{vst\ 2}$  – (MHz),

$f_{m1}$  – (MHz).

1) Kontrola programu – LRN

2) Vložit do paměťových registrů údaje:

$f_{vst\ s}$  (MHz) – STO 1

$f_{vst\ 1}$  (MHz) – STO 2

$f_{vst\ 2}$  (MHz) – STO 3

$f_{m1}$  (MHz) – STO 0

3) RST – R/S

Po ukončení výpočtu se na displeji objeví hodnota  $K'_2$ .

4) Vyvolání výsledků:

++  $\omega_{osc\ s}^2$  – RCL 1

++  $\omega_{osc\ 1}^2$  – RCL 2

++  $\omega_{osc\ 2}^2$  – RCL 3

++  $K'_2$  – RCL 7

00	33	0	RCL 0	23	55	x	
01	32	4	STO 4	24	30	π	
02	32	5	STO 5	25	85	=	
03	32	6	STO 6	26	23	x <sup>2</sup>	
04	33	1	RCL 1	27	61	inv SBR	
05	34	4	SUM 4	28	86	2	LBL 2
06	33	2	RCL 2	29	33	1	RCL 1
07	34	5	SUM 5	30	32	7	STO 7
08	33	3	RCL 3	31	33	2	RCL 2
09	34	6	SUM 6	32	34	7	inv SUM 7
10	33	4	RCL 4	33	33	3	RCL 3
11	61	1	SBR 1	34	39	7	PRD 7
12	32	1	STO 1	35	32	6	STO 6
13	33	5	RCL 5	36	33	1	RCL 1
14	61	1	SBR 1	37	34	6	inv SUM 6
15	32	2	STO 2	38	33	2	RCL 2
16	33	6	RCL 6	39	39	6	PRD 6
17	61	1	SBR 1	40	33	6	RCL 6
18	32	3	STO 3	41	39	7	inv PRD 7
19	51	2	GTO 2	42	33	7	RCL 7
20	86	1	LBL 1	43	81	R/S	
21	55	x		44	71	RST	
22	02	2					

## Část 4

Výpočet pomocných hodnot

Zadávané parametry:

$C_{vst\ p}$  – (pF),

$L_{vst}$  – (μH),

$\omega_{vst\ s}^2$  –

$\omega_{vst\ 1}^2$  –

$\omega_{vst\ 2}^2$  –

1) Kontrola programu – LRN

2) Vložit do paměťových registrů údaje:

$C_{vst\ p}$  (pF) – STO 7

$L_{vst}$  (μH) – STO 0

$\omega_{vst\ s}^2$  – STO 1

$\omega_{vst\ 1}^2$  – STO 2

$\omega_{vst\ 2}^2$  – STO 3

3) RST – R/S

Po ukončení výpočtu se na displeji objeví 0.

4) Vyvolání výsledků:

++  $C'_{vst\ s}$  – RCL 1

++  $C'_{vst\ 1}$  – RCL 2

++  $C'_{vst\ 2}$  – RCL 3

++ A (konst.) – RCL 4

++ B (konst.) – RCL 5

00	33	0	RCL 0	20	35	Y*	
01	39	1	PRD 1	21	06	6	
02	39	2	PRD 2	22	45	÷	
03	39	3	PRD 3	23	61	inv SBR	
04	61	1	SBR 1	24	86	2	LBL 2
05	33	1	RCL 1	25	33	7	RCL 7
06	85	=		26	34	1	inv SUM 1
07	32	1	STO 1	27	34	3	inv SUM 2
08	61	1	SBR 1	28	34	2	inv SUM 3
09	33	2	RCL 2	29	33	2	RCL 2
10	85	=		30	32	4	STO 4
11	32	2	STO 2	31	33	1	RCL 1
12	61	1	SBR 1	32	34	4	inv SUM 4
13	33	3	RCL 3	33	32	5	STO 5
14	85	=		34	33	3	RCL 3
15	32	3	STO 3	35	34	5	inv SUM 5
16	51	2	GTO 2	36	00	0	
17	86	1	LBL 1	37	81	R/S	
18	01	1		38	71	RST	
19	00	0					

## Část 5

Výpočet  $C_{osc\ s}$  a pomocných hodnot

$C'_{osc\ s}$ ,  $C'_{osc\ 1}$ ,  $C'_{osc\ 2}$

Zadávané parametry:

$K'_2$  –

A –

B –

$C_{vst\ s}$  – (pF)

$C_{vst\ 1}$  – (pF)

$C_{vst\ 2}$  – (pF)

1) Kontrola programu – LRN

00	33	1	RCL 1	25	34	4	SUM 4
01	32	0	STO 0	26	33	4	RCL 4
02	33	5	RCL 5	27	39	1	inv PRD 1
03	39	0	PRD 0	28	33	5	RCL 5
04	33	3	RCL 3	29	32	2	STO 2
05	39	0	PRD 0	30	33	0	RCL 0
06	33	6	RCL 6	31	39	0	PRD 2
07	32	7	STO 7	32	34	5	SUM 5
08	33	2	RCL 2	33	33	5	RCL 5
09	39	7	PRD 7	34	39	2	inv PRD 2
10	33	7	RCL 7	35	33	6	RCL 6
11	34	0	inv SUM 0	36	32	3	STO 3
12	33	1	RCL 1	37	33	0	RCL 0
13	32	7	STO 7	38	39	3	PRD 3
14	33	3	RCL 3	39	34	6	SUM 6
15	84	+/-		40	33	6	RCL 6
16	39	7	PRD 7	41	39	3	inv PRD 3
17	33	2	RCL 2	42	00	0	
18	34	7	SUM 7	43	32	4	STO 4
19	33	7	RCL 7	44	32	5	STO 5
20	39	0	inv PRD 0	45	32	6	STO 6
21	33	4	RCL 4	46	32	7	STO 7
22	32	1	STO 1	47	81	R/S	
23	33	0	RCL 0	48	71	RST	
24	39	1	PRD 1				

2) Vložit do paměťových registrů údaje:

$K'_2$  – STO 1

A – STO 2

B – STO 3

$C'_{vst\ s}$  (pF) – STO 4

$C'_{vst\ 1}$  (pF) – STO 5

$C'_{vst\ 2}$  (pF) – STO 6

3) RST – R/S

Po ukončení výpočtu se na displeji objeví 0.

4) Vyvolání výsledků:

$C'_{osc\ s}$  (pF) – RCL 0

++  $C'_{osc\ s}$  (pF) – RCL 1

++  $C'_{osc\ 1}$  (pF) – RCL 2

++  $C'_{osc\ 2}$  (pF) – RCL 3

## Část 6

Výpočet  $L$  oscilátoru podle dvou vzorců

Zadávané parametry:

$C'_{osc\ s}$  – (pF)

$C'_{osc\ 1}$  – (pF)

$C'_{osc\ 2}$  – (pF)

$\omega_{osc\ s}^2$  –

$\omega_{osc\ 1}^2$  –

$\omega_{osc\ 2}^2$  –

1) Kontrola programu – LRN

2) Vložit do paměťových registrů údaje:

$C'_{osc\ s}$  (pF) – STO 1

$C'_{osc\ 1}$  (pF) – STO 2

$C'_{osc\ 2}$  (pF) – STO 3

$\omega_{osc\ s}^2$  – STO 4

$\omega_{osc\ 1}^2$  – STO 5

$\omega_{osc\ 2}^2$  – STO 6

3) RST – R/S

Po doběhnutí výpočtu podle 1. vzorce se objeví na displeji výsledek  $L_{osc}$ .

4) R/S

Po doběhnutí výpočtu se objeví na displeji  $L_{osc}$  podle 2. vzorce.

5) Vyvolání výsledků:

++  $L_{osc}$  (μH) podle 1. vzorce – RCL 6

++  $L_{osc}$  (μH) podle 2. vzorce – RCL 7

V případě rozdílných výsledků použít aritmetický průměr jejich hodnot.

00	61	1	SBR 1	21	61	2	SBR 2
01	33	7	RCL 7	22	39	7	PRD 7
02	81	R/S		23	61	2	SBR 2
03	33	7	RCL 7	24	32	0	STO 0
04	38	6	EXC 6	25	33	5	RCL 5
05	38	4	EXC 4	26	39	0	inv PRD 0
06	38	5	EXC 5	27	61	2	SBR 2
07	33	3	RCL 3	28	45	÷	
08	38	1	EXC 1	29	33	4	RCL 4
09	38	2	EXC 2	30	85	=	
10	61	1	SBR 1	31	34	0	inv SUM 0
11	33	6	RCL 6	32	33	0	RCL 0
12	81	R/S		33	39	7	PRD 7
13	86	1	LBL 1	34	61	inv SBR	
14	33	2	RCL 2	35	86	2	LBL 2
15	32	7	STO 7	36	01	1	
16	33	1	RCL 1	37	00	0	
17	34	7	inv SUM 7	38	00	0	
18	33	7	RCL 7	39	00	0	
19	25	1/x		40	61	inv SBR	
20	32	7	STO 7				

## Část 7

zřejmě nebyly dosaženy dostatečně přesné zadávané hodnoty z předchozího odstavce.

#### 1) Kontrola programu – LRN

#### 2) Vložit do paměťových registrů údaje:

$L_{osc}$  (μH) – STO 0

$\omega_{osc}^2$  – STO 1

$\omega_{osc}^2$  – STO 2

$\omega_{osc}^2$  – STO 3

$C_{osc}^2$  (pF) – STO 4

$C_{osc}^1$  (pF) – STO 5

$C_{osc}^2$  (pF) – STO 6

#### 3) RST – R/S

Po doběhnutí výpočtů se na displeji objeví poslední výsledek  $C_{osc p}$ .

#### 4) Vyvolání výsledků:

$C_{osc p}$  (1. výsledek) v pF – RCL 1

$C_{osc p}$  (2. výsledek) – RCL 2

$C_{osc p}$  (3. výsledek) – RCL 3

00 33 0 RCL 0	19 33 2 RCL 2
01 39 1 PRD 1	20 65 -
02 39 2 PRD 2	21 33 5 RCL 5
03 39 3 PRD 3	22 85 =
04 61 1 SBR 1	23 32 2 STO 2
05 33 1 RCL 1	24 33 1 RCL 1
06 85 =	25 65 -
07 32 1 STO 1	26 33 4 RCL 4
08 61 1 SBR 1	27 85 =
09 33 2 RCL 2	28 32 1 STO 1
10 85 =	29 81 R/S
11 32 2 STO 2	30 71 RST
12 61 1 SBR 1	31 86 1 LBL 1
13 33 3 RCL 3	32 01 1
14 85 =	33 00 0
15 65 -	34 35 Y*
16 33 6 RCL 6	35 06 6
17 85 =	36 45 ÷
18 32 3 STO 3	37 -61 inv SBR

### Výpočet síťového transformátoru TI 57

Ve výpočtu je počítáno s účinností transformátoru 50 % a s proudovým zatížením vodičů 2,55 A/mm<sup>2</sup>. Podle praktických zkušeností, když bylo zhotoveno asi 20 ks transformátorů, tento program plně vyhovuje pro běžné síťové transformátory s jedním sekundárním vinutím při použití plechů EI. Průřez jádra se zdá poněkud předimenzován, ale u uvedeného typu plechů je tím zajištěn dostatečný prostor pro vinutí a proklady.

Zadávané parametry:

$U_{ef}$  sekundární (V),

$U_{ef}$  primární (V),

$I$  sekundární (A).

00 33 2 RCL 2	25 06 6
01 25 1/x	26 39 1 PRD 1
02 32 4 STO 4	27 33 4 RCL 4
03 33 3 RCL 3	28 61 1 SBR 1
04 61 1 SBR 1	29 32 6 STO 6
05 32 5 STO 5	30 00 0
06 33 1 RCL 1	31 81 R/S
07 39 3 PRD 3	32 86 1 LBL 1
08 33 3 RCL 3	33 55 x
09 39 4 PRD 4	34 43 (
10 02 2	35 30 π
11 39 3 PRD 3	36 55 x
12 33 3 RCL 3	37 02 2
13 24 √x	38 83 .
14 32 3 STO 3	39 05 5
15 -39 1 inv PRD 1	40 05 5
16 -39 2 inv PRD 2	41 44 )
17 04 4	42 25 1/x
18 09 9	43 85 =
19 83 .	44 24 √x
20 04 4	45 55 x
21 39 2 PRD 2	46 02 2
22 05 5	47 85 =
23 04 4	48 -61 inv SBR
24 83	

#### 1) Kontrola programu – LRN

#### 2) Vložit údaje do paměťových registrů:

$U_{ef}$  sekundární (V) – STO 1

$U_{ef}$  primární (V) – STO 2

$I$  sekundární (A) – STO 3

#### 3) RST – R/S

Po doběhnutí výpočtu se objeví na displeji 0.

#### 4) Výsledky:

Počet závitů sekundáru – RCL 1

Počet závitů primáru – RCL 2

Průřez jádra (cm<sup>2</sup>) – RCL 3

Proud primáru (A) – RCL 4

Průměr drátu sekundáru (mm) – RCL 5

Průměr drátu primáru (mm) – RCL 6

#### Upozornění!

Bez vložení dalších základních údajů do paměťových registrů STO 1–2–3 nelze výpočet znovu spustit vzhledem ke změně jejich obsahu během výpočtu.

Karel Dušek

### Výpočet vinutí síťového transformátoru na daném jádru na TI 57

Zadávané parametry:

$Q$  průřez jádra Fe (cm<sup>2</sup>),

$U_{ef}$  sekundární (V),

$U_{ef}$  primární (V),

$I$  sekundární (A).

00 33 3 RCL 3	22 33 5 RCL 5
01 25 1/x	23 61 1 SBR 1
02 32 5 STO 5	24 32 1 STO 1
03 33 4 RCL 4	25 00 0
04 39 5 PRD 5	26 81 R/S
05 33 1 RCL 1	27 86 1 LBL 1
06 -39 3 inv PRD 3	28 45
07 -39 4 inv PRD 4	29 43 (
08 04 4	30 30 π
09 09 9	31 55 x
10 83 .	32 02 2
11 04 4	33 83 .
12 39 3 PRD 3	34 05 5
13 05 5	35 05 5
14 04 4	36 44 )
15 83 .	37 85 =
16 06 6	38 24 √x
17 39 4 PRD 4	39 55 x
18 33 2 RCL 2	40 02 2
19 39 5 PRD 5	41 85 =
20 61 1 SBR 1	42 -61 inv SBR
21 32 2 STO 2	

#### 1) Kontrola programu – LRN

#### 2) Vložit údaje do paměťových registrů:

$Q$  jádra Fe (cm<sup>2</sup>) – STO 1

$I$  sekundár (A) – STO 2

$U_{ef}$  primární (V) – STO 3

$U_{ef}$  sekundární (V) – STO 4

#### 3) RST – R/S

Po doběhnutí výpočtu se na displeji objeví 0.

#### 4) Vyvolání výsledků:

průměr drátu primár (mm) – RCL 1

průměr drátu sekundár (mm) – RCL 2

počet závitů primáru – RCL 3

počet závitů sekundáru – RCL 4

proud primáru (A) – RCL 5

Karel Dušek

### Výpočet vř. cívky na základě změřeného vzorku

Zadávané parametry:

Počet zkušebních závitů –

Změřená indukčnost – (μH),

Požadovaná indukčnost – (μH).

#### 1) Kontrola programu – LRN

#### 2) Vložit do paměťových registrů údaje:

Počet zkušebních závitů – STO 1

Změřená indukčnost vzorku (μH) – STO 2

Požadovaná indukčnost (μH) – STO 3

#### 3) RST – R/S

Po ukončení výpočtu se na displeji objeví počet závitů pro požadovanou indukčnost.

#### 4) Vyvolání výsledků:

Počet závitů pro požadovanou indukčnost (μH) – RCL 4

Konstanta K měřeného jádra – RCL 5

00 33 1 RCL 1	07 33 3 RCL 3
01 45 =	08 24 √x
02 33 2 RCL 2	09 39 4 PRD 4
03 24 √x	10 33 4 RCL 4
04 85 =	11 81 R/S
05 32 4 STO 4	12 71 RST
06 32 5 STO 5	

Karel Dušek

### Test čísla na prvočíslo

Při různých matematických, ale i technických výpočtech, řešení složitých rovnic, zlomků atd. potřebujeme zjistit, zda je určité číslo  $n$  prvočíslo, případně jakými čísly je dělitelné. Běžné matematické tabulky obsahují výpis prvočísel do 1000, Valouchovy tabulky až do 8161, více však již těžko najdeme. Následující program však otestuje dané číslo v poměrně krátkém čase (konkrétně pro čtyři až pěticefrná čísla, maximálně do několika minut, abnormálně velká čísla však až několik hodin).

#### Struktura programu

Program každé vložené číslo testuje na dělitelné dvěma, potom je dělí všemi lichými čísly až do jeho druhé odmocniny. Najde-li dělitele  $d$  čísla  $n$ , potom  $n = INN$   $= INT$  a program se zastaví s číslem  $d$  na displeji. Pomocí SBR 7 si může uživatel vyvolat druhého dělitele  $d_2 =$  Nenajde-li program dělitele, menšího než odmocnina  $n$  (větší pak samozřejmě neexistuje, neboť platí, že vždy jeden z dvojice dělitelů čísla  $n$  je menší než odmocnina  $n$ ), pak se na displeji rozbliká dané číslo – kalkulátor signalizuje, že  $n$  je prvočíslo. Je-li  $n = 2$ , displej se nerozbliká, ale to samozřejmě nepopírá, že číslo 2 je prvočíslo, což je drobný nedostatek programu, ale není to na závadu.

#### Užití programu:

1. vložit program (viz tab. 1)
2. vložit  $n$
3. SBR 4
4. a) displej bliká – prvočíslo  
b) číslo složené – svítí dělitel
5. SBR 7 – ukáže se druhý dělitel

00 33 2 RCL 2	17 32 1 STO 1	34 02 2
01 45 -	18 85 =	35 81 R/S
02 33 1 RCL 1	19 -49 - INV Int	36 86 1 Lbl 1
03 85 =	20 66 x = t	37 32 0 STO 0
04 -49 INV Int	21 51 GTO 5	38 33 1 RCL 1
05 66 x = t	22 33 2 RCL 2	39 81 R/S
06 51 1 GTO 1	23 24 x	40 86 3 Lbl 3
07 -56 INV Dsz	24 49 Int	41 33 2 RCL 2
08 51 3 GTO 3	25 45 -	42 51 9 GTO 9
09 02 2	26 02 2	43 86 7 Lbl 7
10 34 1 SUM 1	27 85 =	44 33 2 RCL 1
11 71 RST	28 49 Int	45 45 -
12 86 4 Lbl 4	29 32 0 STO 0	46 33 1 RCL 1
13 19 C.t	30 03 3	47 85 =
14 32 2 STO 2	31 32 1 STO 1	48 81 R/S
15 45 -	32 71 RST	
16 02 2	33 86 5 Lbl 5	

Zbyšek Bahenský

# JAK JE TO S PROPOJOVÁNÍM NF ŘETĚZCE

M. Vejvoda

Před několika lety byly v AR uveřejněny některé příspěvky, týkající se tohoto problému. Řady dotazů v redakci však svědčí o tom, že je stále mnoho těch (a dorůstají noví), kteří si s těmito otázkami nevědí rady. Po neočekávaném úspěchu článku Jak je to se sluchátky? v AR A12/82 se redakce rozhodla uveřejnit jeho volné pokračování týkající se dalších článků elektroakustického řetězce.

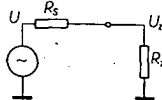
Následující příspěvek bude pojednávat o propojování nf řetězce a bude se tedy týkat mikrofonů, gramofonů, rozhlasových přijímačů, zesilovačů, sluchátek, reproduktorových soustav i televizních přijímačů. Nebude zde hovořeno o zvláštních případech, jakými jsou například speciální zařízení pro hudebníky, směřovací jednotky a podobné příslušenství, které zdaleka nelze obecně obsáhnout a jehož majitelé musí, podle zjištěných vlastností těchto zařízení, zvolit nejúčelnější způsob připojení a využití sami.

## Obecné zásady

V literatuře se často setkáváme s pojmem „přizpůsobit“ jednotlivé články elektroakustického řetězce. Tento pojem však nevystihuje přesně podstatu problému, protože zde nejde o takové přizpůsobení, jaké známe například z techniky přenosu v síťech či přenosu výkonu. Až na reproduktorovou část pracujeme v elektroakustice s napěťovým přenosem, pro který platí zcela odlišné principy než pro oblasti, kde se oprávněně hovoří o přizpůsobování.

V úvodu si tedy ujasníme základní pravidlo, které, až na malé výjimky, o nichž bude samozřejmě řeč, platí pro naprostou většinu v úvahu přicházejících případů.

Základním pravidlem je, aby zdroj signálu nebyl připojeným dalším členem řetězce ani zatěžován, ani jinak nepříznivě ovlivňován. Abychom si tuto úvahu co nejvíce zjednodušili, podívejme se na obr. 1, kde je naznačen zdroj nf signálu s od-



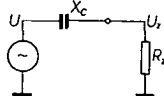
Obr. 1.

porovým charakterem, tvořeným sériovým odporem  $R_s$ . Zvolíme-li například zatěžovací odpor  $R_z$  tak, aby platilo, že  $R_z/R_s = 10$  (zatěžovací odpor bude desetkrát větší, než vnitřní odpor zdroje), pak jednoduchým výpočtem zjistíme, že připojením této zátěže se výstupní napětí (oproti napětí naprázdno) zmenší o 0,8 dB, tedy naprosto zanedbatelně. Jestliže poměr  $R_z/R_s$  zvolíme 5, pak se výstupní napětí po připojení  $R_z$  zmenší o 1,6 dB, což je stále ještě zanedbatelné. Pro  $R_z/R_s = 3$  bude po připojení  $R_z$  výstupní napětí zmenšeno o 2,5 dB a to je přibližná hranice, kterou lze v praxi ještě připustit.

Z toho vyplývá obecná podmínka, že impedance zátěže musí být alespoň třikrát větší než vnitřní impedance zdroje. Splníme-li tuto podmínku, zajistíme nejen relativně malou změnu napětí při připoje-

ní zátěže, máme však též záruku, že se ani nevztáhne zkreslení, které by v některých případech (podle zapojení) mohlo vzniknout, jestliže bychom při plném vybuzení zdroj signálu nadměrně zatížili příliš malým zatěžovacím odporem.

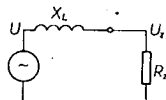
V praxi však nepracujeme vždy jen se zdroji signálu, které mají výhradně odporový charakter; v úvahu může přicházet též zdroj signálu s kapacitním nebo indukčním charakterem. Na obr. 2 je zá-



Obr. 2.

kladní zapojení zdroje signálu s kapacitním charakterem za obdobných podmínek jako v předešlém případě. Obvod s kondenzátorem a rezistorem se v tomto případě bude chovat jako hornopropustný filtr se směrnicí -6 dB/oktávu, jehož mezní kmitočet bude závislý na odporu a kapacitě. Připustíme-li pro dolní mezní kmitočet zeslabení signálu o 3 dB, pak to bude tehdy, jestliže  $R_z$  bude roven  $X_c$  zdroje.

A konečně máme třetí případ, kde zdroj signálu má indukční charakter (obráz. 3). V tomto případě tvoří cívka s rezistorem dolnopropustný filtr rovněž se směrnicí -6 dB/oktávu. Připustíme-li, tentokrát pro horní mezní kmitočet, zeslabení o 3 dB, bude to tehdy, bude-li se  $R_z$  rovnat  $X_L$  zdroje.



Obr. 3.

Rád bych připomenul, že tyto základní úvahy byly určeny především těm mladším a méně zkušeným a že jsou proto i maximálně zjednodušené. V praxi se setkáváme s poněkud komplikovanějšími situacemi, neboť impedance zdrojů bývají často kombinované. Tak například dynamický mikrofon nebo magnetofonová

hlava mají kromě indukčnosti vinutí cívky ještě činný odpor vinutí atp. Proto se některé jevy, které by se podle této základní úvahy měly zdát zcela jasné, neprojevují v praxi přesně tak, jak by laik očekával, a v určitých případech lze měřením tyto odchylky zjistit. V zájmu naprosto objektivní je proto vhodné doporučit, abychom u zdrojů s výrazně kapacitním či indukčním charakterem, anebo tam, kde na výsledcích mimořádně záleží (měřicí obvody), zjistili přesné vlastnosti sestavy měřením.

## Mikrofony

V běžné amatérské praxi dnes zcela převládají mikrofony dynamické a kondenzátorové (elektretové). O těchto dvou typech proto budeme hovořit.

### Dynamický mikrofon

Tento typ mikrofonu je jedním z příkladů zdroje elektroakustického signálu s kombinovanými vlastnostmi. Jeho kmitací cívka totiž představuje jak činný odpor, tak i indukčnost. Z měření řady podobných mikrofonů pro amatérské použití však vyplývá, že v oblasti akustického pásma u těchto mikrofonů odporový charakter výrazně převládá, takže indukční složku můžeme pro další úvahy zanedbat.

Pro připojení těchto mikrofonů ke vstupům elektroakustického řetězce platí tedy to, co bylo v úvodu řečeno. Zatěžovací impedance by tedy měla být alespoň trojnásobná vzhledem k vnitřní impedanci použitého mikrofonu.

K problému dynamických mikrofonů ještě několik poznámek. Pro všechny typy moderních magnetofonů i amatérských zesilovačů jsou vhodné dynamické mikrofony s malou, nejvýše střední impedancí. Podle IEC jsou doporučeny tyto impedance mikrofonů: 50, 200, 600 nebo 2000  $\Omega$ . Vzhledem k tomu, že i IEC připouští pro tyto mikrofony trojnásobnou zatěžovací impedanci, je výhodné používat k určitému zařízení mikrofon, jehož vnitřní impedance není zbytečně malá.

Tak například má-li příslušný vstup magnetofonu impedanci 6000  $\Omega$ , je pro něj výhodnější mikrofon s vnitřní impedancí 2000  $\Omega$  než mikrofon s vnitřní impedancí 200  $\Omega$ , protože první bude dávat podstatně větší výstupní napětí a pro stejnou záznamovou úroveň nebudeme muset nadměrně zvětšovat zisk záznamového zesilovače – zajistíme tedy lepší odstup od šumu. Tato úvaha samozřejmě neplatí v případě, kdy chceme například kvalitním studiovým mikrofonom (s impedancí 200  $\Omega$ ) nahrávat koncert, kde máme nadbytek akustického tlaku pro spolehlivou rezervu vybuzení a kdy nám jde o jakost pořízeného záznamu, kterou je použitý mikrofon schopen zajistit.

Mezi amatéry se vyskytují i starší typy dynamických mikrofonů, které mají vestavenou impedanční transformátorku a jejichž výstupní impedance je řádu desítek kilohmů. Tyto mikrofony se pro záznam na moderních zařízeních nehodí, protože vstupy, k nimž by je bylo možno připojit, by musely mít příliš velkou impedanci.

### Kondenzátorový mikrofon

Kondenzátorové mikrofony jsou dnes v amatérském použití zastoupeny téměř výhradně mikrofony elektretovými. Jsou to speciální kondenzátorové mikrofony, které nevyžadují vysoká polarizační napě-

ti. Jsou obvykle kombinovány s aktivními prvky, například s emitorovým sledovačem, který tvoří polem řízený tranzistor vestavěný v pouzdru mikrofonu. Zapojení těchto impedančních transformátorů může však být odlišné.

Tyto mikrofony jsou mimořádně levné, například v SRN jsou prodávány i za pouhé 2 DM, přesto mají velmi dobré elektroakustické vlastnosti, jimiž většinu standardních dynamických mikrofonů dokonce předčí. Podle zapojení jsou opatřeny buď třemi, anebo dvěma vývody. Typy se třemi vývody se zapojují jednoduše: první vývod – napájení, druhý vývod – zem a třetí vývod – nf signál. Mikrofony se dvěma vývody se zapojují tak, že jeden vývod (stínění) přijde na kostru a druhý vývod se připojí k napájení přes odpor řádu kilohmů. Nf signál se pak odebrá přímo z tohoto vývodu přes oddělovací kondenzátor.

Vzhledem k tomu, že výstupní impedance těchto mikrofonů bývá velmi malá, lze je připojit k běžným mikrofonním vstupům magnetofonů či zesilovačů. Ani v méně vhodném případě (menší zatěžovací impedance) nemusíme počítat se zkreslením, neboť jsou zde zpracovávána relativně velmi malá napětí.

## Gramofony

### Přenoska s krystalovou vložkou

Krystalová vložka představuje typický zdroj signálu s kapacitním charakterem. Nechceme-li ochudit reprodukci o hluboké tóny, měli bychom ji připojovat ke vstupu s dostatečně velkou vstupní impedancí. Vzhledem k tomu, že kapacita jednoho systému stereofonní krystalové přenosky bývá přibližně 500 až 1000 pF a běžná vstupní impedance gramofonových vstupů asi 0,5 MΩ, vyplývá z této kombinace teoretický dolní mezní kmitočet (–3 dB) 300 až 600 Hz. Je ovšem nutno si uvědomit, že paralelně ke kapacitě vložky je připojena ještě kapacita celého vstupního kabelu i vstupních obvodů zesilovače, takže se dolní mezní kmitočet může, podle okolností, posunout až ke 200 Hz. I to by se snád na první pohled mohlo zdát nepřijatelné, je však třeba vzít v úvahu, že krystalovými vložkami bývají osazovány pouze gramofony nejnižších tříd, u nichž nejsou obvykle realizovány úpravy nutné k odhlučnění pohonného mechanismu. Omezení přenosu nejnižších kmitočtů proto tyto nežádoucí projevy účinně potlačí, takže rozšiřování přenašeného pásma směrem k nižším kmitočtům často nebyvá ani účelné ani vhodné. Kromě toho bývají u těchto zařízení k reprodukci používány reproduktory v malých (často otevřených) skříňkách, jejichž účinnost v uvedeném pásmu je tak jako tak minimální. Kdo má na reprodukci gramofonových desek vyšší nároky a kdo je chce současně i šetřit, použije namísto vložky krystalové vložku magnetodynamickou.

### Přenoska s magnetodynamickou vložkou

Magnetodynamická vložka má, kromě lepších elektrických parametrů, též mnohem výhodnější parametry mechanické. Je to především daleko větší poddajnost snímání hrotu, z níž vyplývá i podstatně menší nutná svislá síla na hrot. V otázce připojení nepřináší tato vložka žádné nejasnosti, protože pro svou funkci vyžaduje vždy speciální korekční předzesilovač. O jeho důvodu se nebudu detailně rozepisovat, zájemce odkazuji na příslušnou

literaturu. Budiž pouze řečeno, že úkolem tohoto předzesilovače není jen zesílit relativně malé vstupní napětí této vložky, ale především korigovat průběh její kmitočtové charakteristiky. Tato vložka je rychlostní, což znamená, že její výstupní napětí je úměrné rychlosti zaznamenaného signálu. A protože gramofonové desky jsou z technických důvodů nahrávány tak, že záznamová rychlost hrotu se se zvyšujícím se kmitočtem rovněž zvětšuje, zvětšuje se úměrně i výstupní napětí magnetodynamické vložky. Tuto charakteristiku musí předzesilovač zrcadlově korigovat.

Pro magnetodynamické vložky je předepsána zatěžovací impedance 47 kΩ a tuto vstupní impedanci má mít každý používaný předzesilovač, což jak tovární, tak i většina amatérských konstrukcí těchto přístrojů splňuje. Existují sice výjimky, to se však jedná o některé netypické konstrukce, kde pak musí být korekční obvody předzesilovače upraveny podle zvolené vstupní impedance.

## Magnetofony

Amatérské magnetofony, sloužící k záznamu i reprodukcí nejrůznějších pořadů, a to jak při použití vestavěných či vnějších zesilovačů a reproduktorů, musí být opatřeny příslušnými vstupy a výstupy. Během řady let se u těchto přístrojů ustálila následující přípojná místa podle doporučení IEC.

### Vstupy:

- MIKRO: 0,2 až 1 mV (jmen. 0,5 mV)  
 $R_z > 150 \Omega$ ,  
 0,4 až 2 mV (jmen. 1 mV)  
 $R_z > 600 \Omega$ ,  
 0,8 až 3,5 mV (jmen. 1,75 mV)  
 $R_z > 1,8 k\Omega$ ,  
 1 až 6 mV (jmen. 3 mV)  
 $R_z > 6 k\Omega$ ,  
 GRAMO: 0,2 až 2 V (jmen. 0,5 V)  
 $R_z > 470 k\Omega$ ,  
 UNIVERZ: 0,2 až 2 V (jmen. 0,5 V)  
 $R_z > 220 k\Omega$ ,  
 RADIO: 0,2 až 2 mV (jmen. 0,5 mV)  
 $R_z > 47 k\Omega$ ,  
 (napětí udáváno v mV/kΩ, jak bude vysvětleno).

### Výstupy:

- ZESIL: 0,5 až 2 V,  $R_i > 22 k\Omega$ ,  
 MONITOR: obvykle shodný s předešlým.  
 SLUCH:  $R_i = 120 \Omega$ ,  
 REPRO: bude probíráno zvlášť.

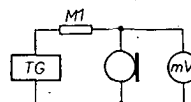
Vstupy běžných magnetofonů určených pro širokou potřebu jsou tedy způsobeny k tomu, aby k nim bylo možno připojovat bez zvláštních znalostí nejrůznější, avšak rovněž běžné zdroje elektroakustického signálu. To ovšem zdaleka neznamená, že by nebylo možno do určitých vstupů připojit i jiné zdroje, než pro které je určen, pokud napěťové i impedančně tento vstup pro požadovaný zdroj vyhovuje.

Chci ještě upozornit na to, že rozsahy napětí, které jsou IEC doporučeny a které byly shora citovány, představují meze napětí, které zdroj signálu do zátěže dodává v nejhlasitějších pasážích (například při fortissimu hudební produkce). Pokud by ani při fortissimu signálové napětí nejvyšší meze napětí pro příslušný vstup nedosáhlo, nemusí zařízení splnit zaručovaný minimální odstup rušivých napětí. A naopak, pokud by signálové napětí přesáhlo horní povolenou napěťovou mez, nemusí zařízení splňovat zaručené maximální zkreslení. Chceme-li tedy optimálně využít kteréhokoli článku elektroakustického řetězce, musíme si být těchto skutečností vědomi a musíme je respektovat.

## Mikrofonní vstup

Doporučené vstupní impedance i citlivosti byly již ve čtyřech alternativách uvedeny v předešlém přehledu. Zásadní podmínky optimálního připojení zdrojů byly rovněž probírány v kapitole o mikrofonech. Zbývá tedy jen doplnit, že pokud chceme do mikrofonního vstupu připojit mikrofon, jehož vlastnosti nejsou definovány, je více než vhodné si je předem změření ověřit, abychom zajistili požadovanou kvalitu záznamu.

Impedanci dynamického mikrofonu lze jednoduše a s postačující přesností změřit například v zapojení podle obr. 4. Mezi



Obr. 4.

tónový generátor a měřený mikrofon zapojíme odpor například 100 kΩ a paralelně k měřenému mikrofonu připojíme nf milivoltmetr s vstupním odporem alespoň 0,5 MΩ. Pokud můžeme na tónovém generátoru nastavit napětí 10 V, pak každý mV napětí, změřeného na připojeném mikrofonu, znamená impedanci 10 Ω. Pokud tónový generátor dovolí nastavit jen nižší napětí, výslednou impedanci přepočteme. Měřit můžeme na několika kmitočtech (např. 200, 1000, 10 000 Hz), abychom si současně ověřili průběh impedance v závislosti na kmitočtu. Zapojení mikrofonních konektorů pro mikrofony s malou a střední impedancí je na obr. 5.

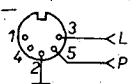
## Gramofonní vstup

Tento vstup je u běžných magnetofonů určen spíše k připojování napěťového výstupu druhého magnetofonu za účelem přepisu nahrávky, než k připojování krystalových přenosů již proto, že jeho impedance obvykle nepřesahuje 0,5 MΩ. Pokud bychom sem chtěli připojit magnetodynamickou přenosku, pak bychom museli mezi vložku a tento vstup ještě zapojit korekční předzesilovač. Konstrukce takového předzesilovače již byla mnohokrát popsána, například v AR 8/74, AR 9/74, AR 9/75 nebo AR A11/78, takže se ji nebudu blíže zabývat a zájemce odkazuji na uvedené prameny.

Jak jsme si již vysvětlili, vstupní impedance 0,5 MΩ, která u tohoto vstupu bývá obvyklá, nezajistí u běžných krystalových přenosů vyhovující průběh kmitočtové charakteristiky v oblasti nízkých kmitočtů. Pokud použít krystalovou přenosku dává na výstupu dostatečně vysoké napětí, můžeme dolní mezní kmitočet snížit tak, že paralelně k vložce připojíme kondenzátor vhodné kapacity. Bude-li jeho kapacita například shodná s kapacitou, kterou měla vložka s přívodním kabelem i s kapacitou vstupu zesilovače, pak se dolní mezní kmitočet posune o oktávu níže, avšak výstupní napětí přenosky se zmenší na polovinu. Pokud bude i tak výstupní napětí v mezích, udávaných výrobcem pro příslušný vstup, pak lze tuto úpravu s výhodou použít. Pokud však vyžadujeme jakostní záznam, raději se krystalovým přenoskám tak jako tak vyhneme.

Gramofonní vstup lze s výhodou použít pro přepis z druhého magnetofonu. Pro tento účel vyhovuje jak impedančně, tak i citlivostí. Zapojení dutinek gramofonního vstupu je též na obr. 5. Připomínám ještě, že některé špičkové magnetofony jsou

opatřovány gramofonním vstupem určeným výhradně k připojení magnetodynamické přenosky. Tato skutečnost je v popisu přístroje vždy vyznačena.

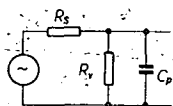


Obr. 5.

#### Rádiový vstup

Tento vstup je jediným přípojným místem, které je současně kombinováno s napětovým výstupem magnetofonu a umožňuje tedy oboustranný provoz: záznam na magnetofon z připojeného zesilovače a následnou reprodukci záznamenaného pořadu. Rádiový vstup je sice definován, obdobně jako ostatní vstupy, vstupní impedancí a rozmezím vstupního napětí, má však určitou zvláštnost. Ve spojení s tzv. diodovým výstupem rozhlasových přijímačů (ale také zesilovačů) je signál na tento vstup přiváděn ze zdroje o velkém výstupním odporu. Jedná se o tzv. proudový zdroj, o němž bude blíže hovořeno v kapitole o rozhlasových přijímačích a zesilovačích. Rádiové vstupy magnetofonů musí být konstruovány tak, aby na každý kilohm jejich vstupní impedance bylo jmenovitým napětím napětí 0,5 mV (například při vstupní impedanci 10 kΩ má být jmenovité napětí 5 mV). Výrobce magnetofonu může tedy volit vstupní impedanci tohoto vstupu celkem podle libosti až do 47 kΩ (podle IEC), zvolené impedance však musí přizpůsobit jmenovité budící napětí.

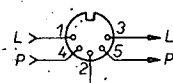
Přesto však není v našich podmínkách vhodné volit vstupní impedanci blízko horní povolené meze, ale nejvýše do 20 kΩ. Je to proto, že kapacita tuzemských propojovacích kabelů je nezdědky 500 až 600 pF a v případě, že by impedance vstupu byla 47 kΩ, začne se uplatňovat jako dolní propust hluboko v slyšitelné oblasti. Jestliže (podle obr. 6) bude



Obr. 6.

$R_s \gg R_v$ , mohou být signály vyšších kmitočtů potlačovány již od 6 kHz, což by bylo zcela nepřijatelné.

I tento vstup, jehož zapojení konektoru je na obr. 7, může být použit pro libovolný jiný zdroj signálu, pokud vyhoví citlivosti a impedanci.



Obr. 7.

#### Univerzální vstup

Pokud podobným vstupem bývají některé magnetofony vybaveny, mívá univerzální vstup, obvykle shodnou citlivost jako gramofonní vstup, doporučení IEC však pro něj připouští menší impedanci (jak je v přehledu uvedeno). I tento vstup lze použít například pro přepis z druhého magnetofonu, anebo pro připojení magnetodynamické přenosky k korekčním předzesilovačům. Lze připojit i jiné zdroje s vyšším výstupním napětím. Zapojení konektoru bývá shodné jako na obr. 5.

#### Rádiový výstup

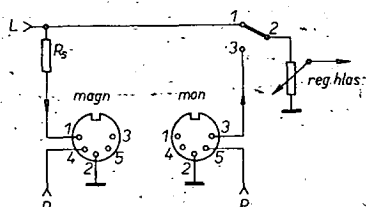
Použil jsem tento netypizovaný název jen proto, abych zdůraznil souvislost se vstupem označeným RADIO. Tento výstup, jak již bylo řečeno, je na společném konektoru (obr. 7). Je to napětový výstup, který je v přehledu označen jako ZESIL. Signál na tomto výstupu je určen ke zpracování ve vnějším zesilovači a nesmí být proto ovlivněn ani regulátorem hlasitosti, ani regulátory korekce či vyvážení na magnetofonu. Používá se ve spojení s vnějším zesilovačem a jedinou propojovací šňůrou umožňuje kromě záznamu i reprodukci, jak bylo vysvětleno v odstavci **Rádiový vstup**. Odebíráme z něj signál i pro případný přepis pořadu na druhý magnetofon.

#### Monitorový výstup

Je to velmi prakticky využitelný napětový výstup, používaný u magnetofonů se třemi hlavami a s oddělenými záznamovými a reprodukčními zesilovači. Jsou jím opatřeny též naše magnetofony B 113, B 115 a B 116.

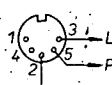
Tento výstup je obvykle napětově i impedancečně shodný s výstupem popsaným v minulém odstavci, avšak podle polohy příslušného přepínače lze na něm získat signál „před páskem“ anebo „za páskem“. Zesilovač připojený k tomuto výstupu proto umožňuje okamžitou kontrolu a porovnání nahrávaného a již nahraného pořadu podle polohy příslušného přepínače na magnetofonu (např. u B 113, 115, 116 TAPE – SOURCE).

Pokud má být k monitorování použit též zesilovač, z něhož odbočujeme signál pro záznam na magnetofon, pak musí být vybaven příslušným konektorem pro propojení s monitorovým výstupem magnetofonu. Zesilovač musí mít kromě toho přepínač pro normální provoz a pro monitorování, který je (ve zjednodušené formě) zapojen tak, jak ukazuje obr. 8. Přepne-



Obr. 8.

me-li nakreslený přepínač do polohy MON, bude nf signál, který v nakreslené poloze prochází přes kontakty 1 a 2 přímo na regulátor hlasitosti, přerušen a na regulátor hlasitosti se dostane pouze přes vývod 3 konektoru MON a kontakty 3 a 2 přepínače. Na regulátoru hlasitosti se tedy nahrávaný signál – podle polohy monitorového přepínače – objeví buď přímý anebo již nahraný. Zapojení dutinek tohoto výstupu je na obr. 9.



Obr. 9.

#### Sluchátkový výstup

Tento výstup slouží výhradně pro připojení sluchátek a tomuto problému jsme

se podrobně věnovali v AR A12/82. Proto jen ve stručnosti připomínám, že podle doporučení IEC je výstup pro sluchátka odbočen z výstupu pro reproduktory přes sériový odpor 120 Ω. Toto uspořádání umožňuje bez problémů připojovat sluchátka nejrůznějších impedancí (8 až 4000 Ω) se zárukou dostatečně hlasité reprodukce.

#### Reproduktorový výstup

Reproduktorový výstup je výkonovým výstupem, z něhož jsou napájeny buď vestavěné reproduktory, anebo vnější reproduktorové soustavy. Tento výstup je charakterizován jednak maximálním výkonem, který je příslušný koncový stupeň schopen do připojené zátěže odevzdat, jednak optimální zatěžovací impedancí. V těchto otázkách naši čtenáři trvale tápou, jak svědčí četné dotazy, které redakce na toto téma dostává. I když jsme tomuto problému věnovali článek v AR A11/81, budu ještě jednou opakovat, že v technických parametrech výkonových zesilovačů se setkáváme se dvěma pojmy: sinusovým a hudebním výstupním výkonem. A opět co nejstručněji: sinusový výstupní výkon je výkon, který je zesilovač schopen odevzdat do zátěže po určité době, zatímco hudební výkon je výkon, který by byl zesilovač schopen odevzdat do zátěže, kdyby při plném vybuzení zůstalo napájecí napětí neměnné (jako při chodu naprázdno). Jak víme, u naprosté většiny zesilovačů se zvětšeným odběrem při plném výkonu logicky zmenšuje i napájecí napětí a tím se zmenšuje i odevzdávaný výkon.

Pojem hudební výkon předpokládá, že se po dobu krátkého trvání fortissima hudebního signálu nestáčí zmenšit napětí na filtračních kondenzátorech s velkou kapacitou (což je diskutabilní) a že tedy krátká fortissima impulsního charakteru mohou být přenesena při plném napájecím napětí. Ony ty problémy jsou ještě komplikovanější, ale, jak již bylo vícekrát řečeno, poctivý sinusový výkon je v každém případě daleko serióznějším a hlavně srovnatelnějším údajem.

Velmi mnoho otázek se týká toho, zda lze k zesilovači s výstupním výkonem  $2 \times 50$  W připojit reproduktorové soustavy s maximálním povoleným příkonem například 20 W. Samozřejmě že lze, je však třeba dbát na to, abychom reproduktory v soustavě zbytečně nepřetěžovali, což by vedlo k zkrácení životnosti a za určitou dobu by ani nebylo vyloučeno případné poškození reproduktorů. Jestliže takovou kombinaci používáme v běžných bytových podmínkách, kde, nechceme-li ohluchnout, nepřesáhne využitelný výstupní výkon zesilovače asi 10 až 20 W, pak je vše v naprostém pořádku. Pokud bychom však tuto sestavu používali k ozvučení tělocvičny, pak by bylo nezbytné zvolit k zesilovači i odpovídající reproduktorové soustavy.

Posledním problémem, který se zde často vyskytuje, je optimální impedance soustav. Každý výkonový zesilovač má výrobcem určenou optimální impedanci reproduktorových soustav. Jsou to obvykle impedance 4, 8 nebo 16 Ω. Jestliže k výstupu zesilovače připojíme zátěž o předepsané impedanci, pak výrobce zaručuje, že zesilovač do ní odevzdá stanovený výkon při zkrácení, které nepřekročí rovněž stanovenou mez. Všechny prvky zesilovače přitom budou pracovat v povolených provozních podmínkách.

Pokud na výstup zesilovače připojíme zátěž o větší impedanci, než je stanovená,



zmenší se pochopitelně proud protékající zátěží a zmenší se i zesilovačem odevzdávaný výstupní výkon. Kromě toho, že nám v tomto případě zesilovač nemůže poskytnout plný výkon, se nic jiného nestane. Jestliže však na výstup připojíme impedanci menší, než je předepsaná, zvětší se protékající proud a zvětší se i odevzdávaný výkon. A nyní bude záležet pouze na tom, s jakou rezervou pracovaly koncové tranzistory s předepsanou impedancí. Jestliže již tehdy byly na mezi svých pracovních podmínek, pak můžeme očekávat, že při zmenšení zatěžovací impedance asi tak na polovinu předepsané a při využívání plného dosažitelného výkonu se polovodičové prvky koncového stupně pravděpodobně poškodí. Zapojení reproduktorového konektoru je na obr. 10.



Obr. 10.

## Zesilovače

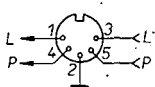
O vstupech a výstupech zesilovačů platí v podstatě totéž, co již bylo podrobně probráno v kapitole o magnetofonech. Zmíním se také na polovinu předepsané a při využívání plného dosažitelného výkonu se polovodičové prvky koncového stupně pravděpodobně poškodí. Zapojení reproduktorového konektoru je na obr. 10.

### Vstup pro připojení tuneru

Je to vstup, do něhož se připojuje napěťový výstup z rozhlasového přijímače bez nf dílu (tuneru). V doporučení IEC se tento výstup tuneru nazývá detektorový výstup. Vstup na zesilovači má stejné vlastnosti jako univerzální vstup magnetofonu, tedy jmenovité napětí 0,5 V (0,2 až 2 V) a vstupní impedanci minimálně 220 kΩ.

### Výstup a vstup pro připojení magnetofonu

Jak jsme již řekli, vstup i výstup pro připojení magnetofonu jsou soustředěny do jediného konektoru, který je zapojen podle obr. 11. Výstup signálu levého



Obr. 11.

a pravého kanálu je přiveden na dutinky 1 a 4 tohoto konektoru přes sériový odpor, který musí být podle IEC větší než 150 kΩ (horní mez není určena) tak, že celý obvod představuje proudový zdroj. Výstupní signál musí být ze zesilovače vyveden v místě, kde ještě není ovlivňován ani regulátorem hlasitosti, ani korekčními regulačními prvky.

Sériový odpor volí výrobce tak, aby při nejsilnějších hudebních signálech vzniklo na každém kilohmu zatěžovací impedance (impedance magnetofonového vstupu RADIO), signálové napětí 0,5 mV (0,2 až 2 mV).

Vstup (dutinky 3 a 5) tohoto konektoru musí mít vlastnosti, které IEC doporučuje pro tento univerzální vstup.

## Univerzální výstup

Doporučení IEC připouští, aby byl zesilovač podle potřeby opatřen ještě pomocným výstupem. Vnitřní impedance tohoto výstupu nesmí být větší než 22 kΩ a musí poskytovat výstupní napětí v rozmezí 0,2 až 2 V. Zapojení příslušného konektoru je shodné se zapojením na obr. 9.

Ostatní vstupy a výstupy jsou zcela obdobné s přípojnými místy, které byly podrobně popsány v kapitole o magnetofonech. Je vhodné jen připomenout, že naprostá většina kvalitních zesilovačů je opatřena již vestavěným korekčním předzesilovačem pro magnetodynamickou přenosku, takže gramofonní vstup umožňuje připojit tento systém přímo. Někdy bývá gramofonní vstup pro oba přenoskové systémy přepínatelný – tyto skutečnosti jsou vždy uvedeny v návodu i popisu.

## Rozhlasové přijímače

Rozhlasové přijímače si pro tento účel můžeme rozdělit na dvě skupiny. Do první skupiny patří kompletní přijímače i s nízkofrekvenční částí a výkonovými zesilovači, do druhé přístroje bez nf části, které se nazývají tunery.

Kompletní rozhlasové přijímače obsahují tedy kromě vf dílu běžný nf zesilovač a proto pro jejich přípojná místa platí vše, co bylo řečeno v kapitole o zesilovačích a případně o magnetofonech.

Tunery mají obvykle pouze napěťový nf výstup, o němž jsme již hovořili v kapitole o zesilovačích. Podle IEC má mít tento výstup vnitřní impedanci nejvýše 22 kΩ a musí odevzdávat výstupní napětí 0,5 V (rozmezí 0,2 až 2 V).

## Televizní přijímače

Televizní přijímače se v nf technice mohou uplatnit pouze jako zdroj nf signálu za účelem buď záznamu na magnetofon, anebo za účelem využití vnějšího zesilovače k reprodukci doprovodného zvuku (větší výkon, lepší jakost). I tak je tato otázka do značné míry problematická, protože u televizních přijímačů, jejichž zvuková část je řešena jako tzv. intercarrier, nelze nikdy zaručit takovou jakost zvukového doprovodu, která by jeho další zpracování v nejvyšší jakosti opravňovala. Nemám na mysli žádné zkreslení, ale především rušivé pozadí, na které má vliv charakter obrazu (například vrčení elektronických titulků apod.). Proto též naprostá většina zahraničních televizních přijímačů, jejichž nf díl je řešen technikou hi-fi, používá tzv. paralelní, popřípadě kvaziparalelní způsob zpracování zvukového doprovodu.

Většina tuzemských televizorů je přesto opatřena konektorem, který umožňuje připojit magnetofon a nahrát zvukový doprovod zvoleného pořadu. Pokud je tento výstup v televizoru vestavěn, je vše v pořádku. Pokud tomu tak není, je při dodatečné vestavbě nutno zachovat základní bezpečnostní pravidla vzhledem k tomu, že naprostá většina u nás používaných televizorů je tzv. univerzálního provedení, což znamená, že jejich kostra je vodivě spojena se sítí.

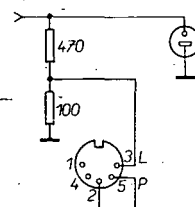
Výstupní obvod nf signálu musí být proto bezpodmínečně oddělen transformátorem, který je pro tento účel speciálně vyráběn. Výstup je obvykle zapojen tak, že signálové napětí je na dutinkách 1 a 2. I když z hlediska vnitřní impedance tento výstup obvykle neodpovídá doporučení IEC, je pro většinu používaných magnetofonů použitelný.

## Závěr

Jak jsme si podrobně vysvětlili, každý vstup i výstup článků elektroakustického řetězce je definován vstupní či výstupní impedancí a jmenovitým napětím nejsilnějšího signálu a rozmezím napětí, při nichž ještě musí být zaručeny udávané parametry přístroje. A pokud budeme respektovat zásadu, že zatěžovací impedance musí být vždy nejméně třikrát větší než impedance příslušného výstupu, který k ní připojujeme, pak můžeme nejrůznější vstupy i výstupy využívat i pro připojování jiných zdrojů či zátěží, než pro které jsou výrobce konkrétně určeny.

Určitou výjimku tvoří pouze proudový výstup zesilovačů, určený pro připojení vstupu magnetofonu. Tento výstup můžeme vždy zatížit libovolně malou impedancí, aniž by, kromě zmenšení napětí, došlo k jakémukoli znehodnocení signálu. Totéž může samozřejmě platit i o jiných výstupech, které mohou být například zapojeny tak, že z kolektorového obvodu s relativně velmi malou výstupní impedancí je signál odebrán přes sériový odpor například 15 kΩ. I v takovém případě bychom mohli výstup zatížit libovolně, aniž by, kromě zmenšení výstupního napětí, došlo ke zhoršení jakosti odebraného signálu. Takové případy bychom si však vždy museli předem ověřit a zkontrolovat.

K reproduktorovému výstupu je třeba ještě dodat, že z hlediska vnitřní impedance ho lze považovat za velmi tvrdý zdroj, jehož výstupní napětí se připojením předepsané zatěžovací impedance řádu ohmů změní stěží o 1 až 2 dB. A protože, pokud není přebuzen, se nezmění ani jeho ostatní vlastnosti (kmitočtová charakteristika, zkreslení apod.), lze tohoto výstupu využívat i například k napájení aktivních reproduktorových soustav. Toto uspořádání používají i mnozí zahraniční výrobci tak, že na reproduktorový výstup je připojen odporový dělič (obr. 12), který



Obr. 12.

je z hlediska odebíraného napěťového signálu velmi tvrdý, reproduktorový výstup však ani v nejmenším nezatěžuje. Je obvykle volen tak, aby při plném výkonu zesilovače bez reproduktorů (je to samozřejmě naprázdno) dával asi 1 V signálového napětí. Takové řešení je sice v pořizovací ceně neekonomické, protože majitel v ceně přístroje platí dva výkonové zesilovače, ale pro ty, kteří si za každou cenu chtějí pořídit ke svému zařízení aktivní soustavu, je to jedno z jednoduchých řešení.

A zcela na závěr jedno obecné doporučení. Řekli jsme si již, že není příliš vhodné zatěžovat reproduktorové výstupy o mnoho menší impedancí, než předepisuje výrobce. Řadou praktických zkoušek jsem sice došel k závěru, že většina zesilovačů snáší často i při plném výkonu zatěžovací impedance až poloviční oproti předepsané, rozhodně to však nelze brát jako pravidlo. Když již bychom byli okolnostmi nuceni použít k zesilovači s doporučenou zatěžovací impedancí 8 Ω soustavu čtyřhmovou, neměli bychom rozhodně hrát naplno!

# INDIKÁTORY ZE SVÍTIVÝCH DIOD

PRO MAGNETOFONY B 113, 115 a 116

M. Vejvoda

Předmětem článku je náhrada ručkových indikátorů za indikátory se svítivými diodami. Toto uspořádání má několik výhod: zlepši se samozřejmě dynamické vlastnosti indikátorů a výrazně se zlepši čitelnost indikátorového údaje, který je velmi dobře patrný i z dálky a především za zhoršeného osvětlení. A nelze opomenout ani to, že se jedná o určitou módní záležitost, která i opticky zlepši a zmodernizuje vzhled přístroje. Nevýhodou je, že náklady na tyto indikátory jsou asi třikrát vyšší, než je cena obou ručkových měřidel. Zájemce předem upozorňuji, že tzv. stupnicové diody jsou již ve výrobním programu TESLA, lze je získat i v NDR či MLR a samozřejmě v západních státech. Použité integrované obvody UAA180 lze získat pouze v západních státech (v NSR stojí přibližně 6,- DM), avšak ekvivalentní obvod A277D je prodáván a vyráběn v NDR (cena přibližně 15,- M) a má být dovážen i k nám.

## Celkový popis

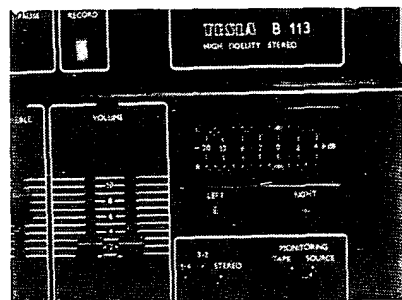
Jak již bylo v úvodu řečeno, indikátory ze svítivých diod jsou v praxi podstatně výhodnější než běžné ručkové indikátory. Jejich výhodou je, že reagují i na krátké budič impulsy, takže odpadá potřeba jakýchkoli dalších indikátorů špiček, kterými se mnohdy ručkové přístroje doplňovaly. U těchto indikátorů je, též výrazně patrný okamžik přebuzení, kdy se rozsvěcují červeně svítící diody.

Konstrukce podobných indikátorů byla doposud velmi neekonomická a složitá, neboť vyžadovala velké množství tranzistorů i jim příslušejících pasivních součástek. V západních zemích se již sice řadu let vyrábí pro tento účel několik speciálních integrovaných obvodů, pro zájemce to však znamenalo pracně je shánět a mnohdy je kupovat i předražené. Jedním z těchto obvodů je například UAA180, jehož ekvivalent s typovým označením A277D se již přes rok vyrábí v NDR, takže opatřit si ho není žádným neřešitelným problémem. V předkládaném zapojení jsou oba obvody záměnné.

Schéma zapojení diodového indikátoru vyznění ve stereofonním provedení je na obr. 1. Jak z obrázku vyplývá, integrované obvody UAA180 i A277D vyžadují jen minimální počet vnějších součástek, což stavbu podstatně zjednodušuje. Ke každému integrovanému obvodu lze připojit

celkem dvanáct svítivých diod. Obvykle se každá řada sestavuje tak, že prvních sedm diod je zelených, pak následuje dioda žlutá (indikující úroveň 0 dB) a čtyři diody červené (indikující rozsah přebuzení). Na snímcích popisovaného indikátoru však nalezneme o jednu zelenou diodu v každé řadě více. Jak je ze schématu patrné, jsou tyto první diody v každé řadě připojeny na zdroj +24 V a svítí proto vždy, jakmile zapneme magnetofon. Toto uspořádání jsem zvolil proto, že po zrušení ručkových indikátorů nutně zrušíme i optickou indikaci zapnutí přístroje, kterou tvořily rozsvícené stupnice měřidel. Tuto záležitost by jistě bylo možno vyřešit i jinými způsoby, popsaný způsob se mi však jevil nejjednodušší a do jisté míry i logický, protože v principu odpovídá ručce stojící na začátku stupnice. A ještě něco: rozsah indikace od 0 dB směrem dolů je přibližně 16 dB, takže se mnohdy stane, že na velmi slabé pasáže ani první dioda nereaguje (stejně tak jako ručka původního přístroje zůstala prakticky na nule). A zcela zhasnutý indikátor ani při záznamu ani při reprodukci nepůsobí opticky dobře. V našem řešení svítí i při nejslabších signálech vždy první diody v obou řadách.

Bylo by možná žádoucí, aby při monofonním provozu svítla vždy jen první dioda té řady, jejíž stopu používáme. Na přepínači stop však výrobce neponechal žádné volné kontakty, takže řešení by bylo zbytečně komplikované. Nesmíme zapo-



menout, že i v původním provedení svítily při monofonním provozu vždy oba přístroje.

Jako svítivé diody do obou indikačních linek můžeme použít vhodné diody ze západní produkce, nebo velmi pěkně provedené obdélkové diody s plochou horní stěnou z NDR, či tuzemské diody typu LQ1212, 1512 a 1812. Při rekonstrukci indikátorů je též vhodné nahradit původní bodové svítící diody, které indikují záznam, rozptylně svítícími diodami modernějšího provedení, např. LQ1132.

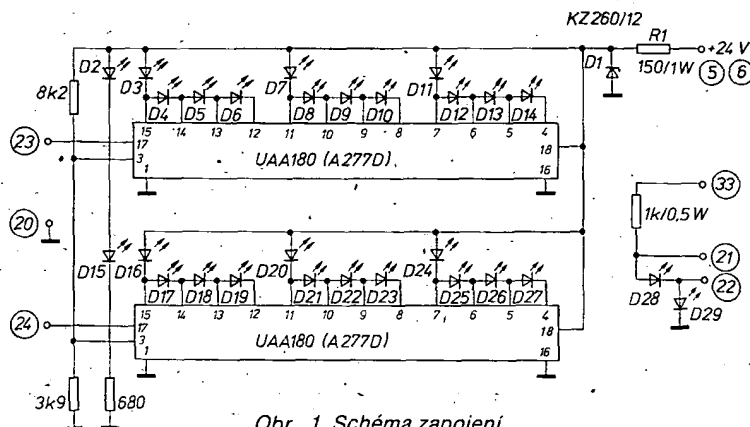
Celkové zapojení indikátorů je tak jednoduché, že snad nepotřebuje ani bližší popis ani vysvětlení. Za zmínku stojí jen R2, který spolu s R3 tvoří dělič pro referenční napětí na vývodech 3 obou integrovaných obvodů. Napětí na těchto vývodech určuje nejen citlivost indikátorů, ale i způsob indikace. Čím větší je toto napětí, tím méně jsou indikátory citlivější, ale tím skokověji se rozsvěcují i zhasínají sousední diody. Jestliže napětí na bodech 3 bude menší, zvětší se samozřejmě citlivost indikátorů a sousední diody se budou rozsvěcet a zhasínat pozvolněji. V praxi se jako R2 ukázal nejvýhodnější odpor 8,2 kΩ. Kdo by však chtěl, může jej o něco zvětšit či zmenšit a vyzkoušet mírně odlišný charakter indikace. Připomínám jen, že na indikační rozsah tyto změny nemají žádný vliv a mění se jen charakter rozsvěcování či zhasínání diod.

Dále upozorňuji, že pro indikátor ze svítivých diod je nezbytné nutné pozměnit zapojení na desce indikátorového zesilovače (deska I, první modulová deska na straně vstupních konektorů). Výrobce z dosti nepochopitelných důvodů zapojil tento obvod tak, že usměrněné napětí pro řízení původních indikátorů je vůči kostře záporné a použité integrované obvody vyžadují napětí kladné. Též je třeba mírně upravit časové konstanty průběhu indikace. Podrobný popis bude v konstrukční části článku.

## Konstrukční řešení

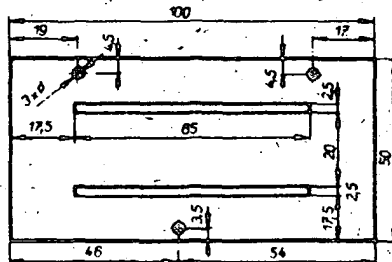
Nejprve je nutno odšroubovat kryt pojistkového víčka a povolením čtyř šroubů odejmout zadní stěnu. Pak musíme uvolnit šroub, který upevňuje panel s elektronickou částí. Tento šroub je přístupný zezadu v blízkosti vstupních konektorů. Abychom mohli panel vykloupat co nejvíce, vysuneme na opačné straně panelu ze závěsů držáky z plastické hmoty. Pro usnadnění přístupu k indikátorům je vhodné vyjmout modul oscilátoru a jednoho záznamového zesilovače.

Od základní desky odpájíme nyní všechny vývody, které vedou na desku indikátorů i k indikátorům. Odštípeme též (co nejlépe u konektorů na levé straně magnetofonu) přívod napájení osvětlovacích žárovek. Pak odstraníme Segerovu pojistku, která desku indikátorů zajišťuje, a desku i s indikátory z magnetofonu vyjmeme.

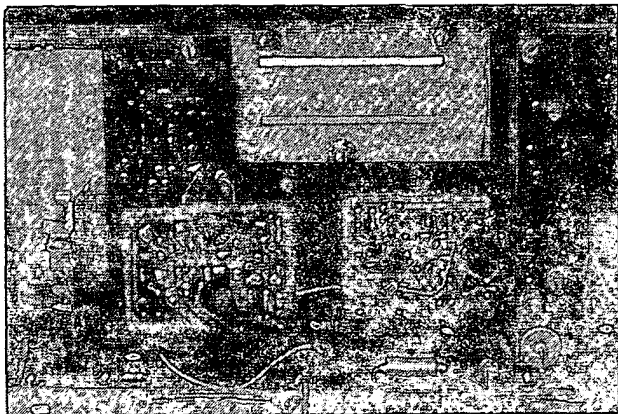


Obr. 1. Schéma zapojení

V předním panelu magnetofonu musíme nyní odstranit svislou příčku, která v původním provedení dělí oba ručkové přístroje. Nejjednodušší a nejrychlejší postup je ten, že stranovými štiptačkami příčku na obou koncích odštípneme a zbytky opilujeme nejprve hrubším, pak jemným pilníkem a nakonec plochu vyrovnáme do naprosté roviny brusným papírem (400) a plošku zaleštíme. Tak získáme obdélníkové okénko, k němuž ze zadu přilepíme nosnou desku (obr. 2)



Obr. 3. Nosná deska



Obr. 2. Způsob přilepení nosné desky

s výřezy pro obě řady diod a se třemi připájenými šrouby M3 pro upevnění desky s plošnými spoji indikátorů.

Nosná deska (obr. 3) je zhotovena z kuprexitu a má rozměry 50 × 100 mm. Oba obdélníkové otvory pro diody nejprve předvrtáme a pak vypilujeme. Podle obrázku připájíme na stranu s měděnou fólií tři šrouby M3 × 15. Na tyto šrouby pak našroubujeme tři matice M3, které budou tvořit dorazy desky s plošnými spoji tak, abychom zajistili nejen její správnou vzdálenost od nosné desky, ale i vzájemnou rovinnost. Dalšími třemi maticemi pak budeme desku upevňovat.

Abychom obě řady diod zapájeli do desky s plošnými spoji (obr. 4) v co nejpresnější rovině, učiníme tak ještě dříve, než nosnou desku přilepíme ze zadu k čelnímu panelu. Nejvýhodnější postup je ten, že do desky s plošnými spoji nejprve zasuneme všechny diody (kromě D28 a D29) až na doraz a pak tuto desku upevníme mezi matice tak, aby vzdálenost mezi ní a nosnou deskou byla všude asi 10 mm. Nyní všechny diody postupně zesepodu vysuneme tak daleko, aby jejich horní stěna přesně lícovala s povrchem

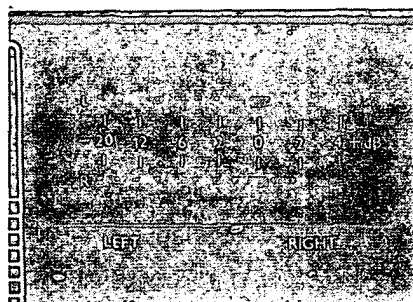
nosné desky (v případě diod s plochou horní stěnou), anebo aby všechny diody asi o 1 mm přečnívaly (u diod s vypouklou horní stěnou). Jedině tímto postupem spolehlivě zajistíme, aby obě diodové řady byly přesně v rovině. Obě červené válcové diody D28 a D29, indukující záznam, zapájíme z téhož důvodu až zcela nakonec, když již budeme mít vše sešaveno.

Nyní nosnou desku ze strany kuprexitu pečlivě osmirkujeme jemným smirkem a ještě se znovu přesvědčíme, zda lze obě řady diod přesně, avšak volně vsunout do obou výřezů. V případě nutnosti ještě výřezy opravíme. Pak nosnou desku ze strany kuprexitu nastříkáme černým matným lakem (nejlépe sprejem) a popíšeme Propisotem tak, jak je patrné z obr. 5. Vhodný je Propisot s písmem typu GILL velikost 3 mm, který se nejvíce podobá ostatnímu popisu magnetofonu. Připomínám, že archy Propisot jsou k dostání např. v prodejné Drobné zboží v Praze 1, Mikulandská 7.

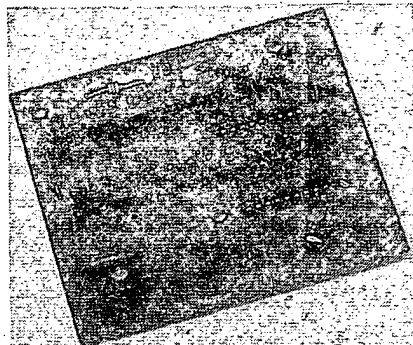
Nosnou desku pak přiložíme ze zadu na obdélníkový otvor v panelu tak, aby oba výřezy pro diody byly stranově i výškově ve středu otvoru. Pak nosnou desku zajis-

tíme, aby se nemohla pohnout (přilepíme ji ze zadu několika kousky samolepicí pásky) a celý magnetofon otočíme tak, aby byl čelní panel ve vodorovné poloze a lepidlo, které ze zadu po obvodu nosné desky nanese, nestékalo. K lepení jsem použil rychletuhnoucí epoxidovou pryskyřici (UHU Schnellfest). Lze použít i náš Lepox, musíme však počítat s delší dobou tuhnutí.

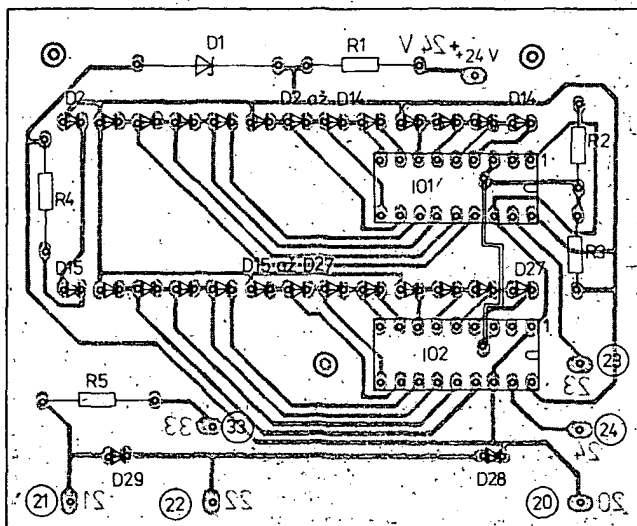
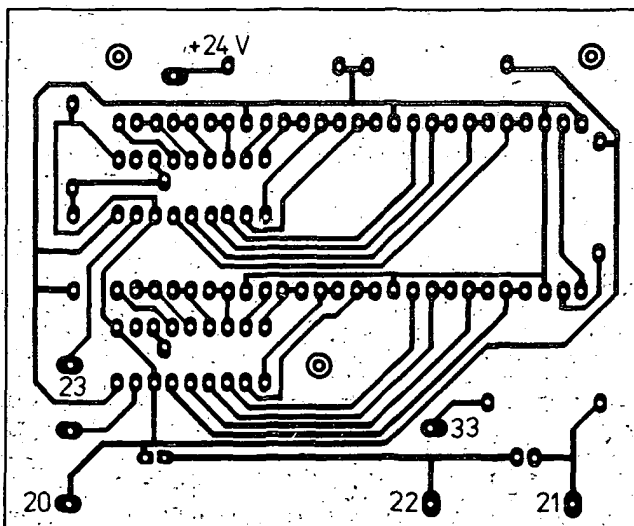
Na tři vyčnívající šrouby pak připevníme desku s plošnými spoji (obr. 6), do níž jsme již (až na D28 a D29) připájeli všechny součástky – a samozřejmě v označených místech vyvrtali i tři otvory o průměru asi 3,2 mm. Než desku s plošnými spoji definitivně upevníme na šrouby nosné desky, zvětšíme v čelním panelu obě díry pro diody, indukující záznam, na Ø 5 mm a diody D28 a D29 zasuneme do desky s plošnými spoji. Pak desku s plošnými spoji upevníme, zkontrolujeme polohu všech diod vůči základní nosné desce a diody D28 a D29 vysuneme tak, aby nepatrně přečnívaly přes rovinu před-



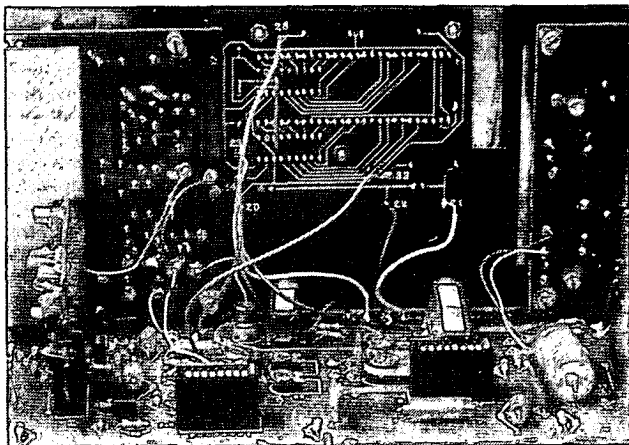
Obr. 5. Detail stupnice



Obr. 6. Osazená deska s plošnými spoji



Obr. 4. Deska s plošnými spoji R106



Obr. 7. Propojení desky v magnetofonu

ního panelu. V této poloze obě diody definitivně zapájíme.

Nyní nám zbývá propojit sedm vývodů desky s plošnými spoji s příslušnými body na základní desce magnetofonu. Propojování je usnadněno tím, že příslušná místa na desce indikátorů i na základní desce jsou označena stejnými čísly. Připomínám jen, že je vhodné volit kablíky trochu delší, abychom v případě potřeby mohli po povolení tří vnějších matic desku indikátorů i se součástkami bez problémů odklopit (obr. 7).

Poslední nezbytnou prací je úprava desky modulu indikátorového zesilovače. Desku vyjmeme a musíme na ní realizovat

následující změny (podle schématu magnetofonu):

1. Diody D1 až D4 vypájíme a zapájíme je zpět s obrácenou polaritou.
2. Kondenzátory C9 a C10 vypájíme a zapájíme je zpět s obrácenou polaritou.
3. Diody D5 a D6 vypájíme a odstraníme.
4. Paralelně k C9 a C10 připájíme rezistory 56 kΩ.

Tím je celá rekonstrukce skončena a zbývá jen nastavit odporovými trimry R15 a R16 na desce indikátorových zesilovačů u obou kanálů úroveň plného vybušení. Tato práce již byla popsána tolikrát, že ji nebudu znovu opakovat.

Zbývá již jen „optická“ úprava. Obdélníkový výřez indikátorového otvoru má po celém obvodu osazení. Jestliže do něj zasadíme přesně vyříznuté organické sklo (tloušťky 2 mm), získá nejen vzhled přístroje, ale bude to i ochrana proti případnému poškození popisu. Rozměry záměrně neuvádím, protože si je každý snadno odměří, a kromě toho je výhodné, dokážeme-li pracovat tak přesně, aby se okénko z organického skla dalo do vybrané části otvoru zamáčknout a samo drželo. Pokud se nám to nepodaří, zalepíme je v rozích nepatrnými kapičkami vhodného lepidla (například Kanagomu).

### Použité součástky

#### Rezistory

R1	150 Ω, TR 154
R2	8,2 kΩ, TR 212
R3	3,9 kΩ, TR 212
R4	680 Ω, TR 212
R5	1 kΩ, TR 153

#### Polovodičové prvky

D1	KZ260/12
D2 až D10,	
D15 až D23	LQ1812
D11 a D24	LQ1512
D12 až D14,	
D25 až D27	LQ1212
D28 a D29	LQ1132
IO1 a IO2	UAA180 (A277D)

## Impulsní regulátor jako invertor napájecího napětí

František Kyrš

V [1] byl před časem popsán jednoduchý impulsní regulátor, jehož výstupní napětí je vzhledem ke vstupnímu stejné velké, ale opačné polarity. Obvod tedy pracuje jako výkonový invertující sledovač napětí. Pro extrémní jednoduchost (v zapojení jsou pouze tři tranzistory) a tím i nepatrné náklady může být vhodným námětem pro první experimenty s impulsně regulovanými zdroji. Ani aplikační možnosti zapojení nejsou zanedbatelné.

Tranzistory T1, T2 tvoří volně kmitající astabilní multivibrátor. Vede-li T2, je napájecí napětí  $U_n$  i na „pracovní“ cívce  $L_1$ . Proud  $I_{L1}$  cívky se proto v tomto intervalu lineárně zvětšuje. Během sepnutí T2 je pochoptitelně dioda D polarizována inverzně, proto proud do výstupního obvodu neteče. Odběr proudu zátěží je hrazen z náboje výstupního filtračního kondenzátoru C4. Regulační smyčka zdroje zajišťuje, že špičková hodnota proudu  $I_{Lmax}$  cívky v intervalu sepnutí T2 je funkcí velikosti výstupního napětí regulátoru, tedy napětí na filtračním kondenzátoru C4. Do výstupního obvodu regulátoru teče proud (tj. kondenzátor C4 se nabíjí) pouze tehdy, nevede-li T2, kdy napětí  $U_L$  i proud  $I_L$  mění smysl a oddělovací dioda D je polarizována propustně. Výstupní napětí regulátoru, pracujícího na principu blokujícího měniče, je v daném zapojení záporné.

Napájecí ( $U_n$ ) i výstupní ( $U_{vyst}$ ) napětí jsou neustále porovnávána v obvodu roz-

dílového zesilovače s tranzistorem T3. Ten zesiluje jejich napěťovou odchylku od rovnosti  $|U_n| = |U_{vyst}|$  a převádí ji na proud, regulující dobu sepnutí T2. Změní-li se např. vlivem zátěže  $U_{vyst}$ , změna kolektorového proudu  $I_{c3}$  způsobí, že se prodlouží doba sepnutí T2, tím se zvětší špičková hodnota proudu  $I_{Lmax}$  cívky a výstupní napětí se zvětší na jmenovitou velikost. Jakostní regulace je samozřejmě podmíněna správným dimenzováním jednotlivých součástí v závislosti na pracovních podmínkách regulátoru. Jejich rychlé určení mohou usnadnit přehledné praktické vztahy, uvedené v původním pramenu:

$$L = \left( \frac{|U_{vyst}| + U_D}{8I_L} \right) \cdot \tau,$$

$$\tau = 1/f, \tau/2 = \tau_1 = \tau_2, I_P = 4I_L,$$

$$C1 = \frac{\tau_2}{0,7R2}, \quad C2 = \frac{\tau_1 (1 \text{ mA})}{2|U_{vyst}|},$$

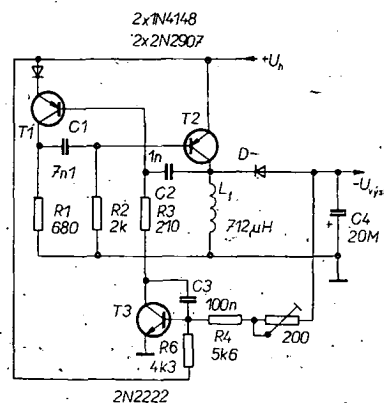
$$C3 = \frac{5\sqrt{LC4}}{R4}, \quad C4 = \frac{\tau_2 L}{|\Delta U_{vyst}|},$$

$$R1 = \frac{\tau_1}{2,2C1}$$

Se součástkami, uvedenými ve schématu, je regulátor uzpůsoben pro  $U_{vyst} = -5 \text{ V}$ ,  $I_z = 20 \text{ mA}$ . Astabilní multivibrátor je navržen pro  $f = 50 \text{ kHz}$ , tj.  $\tau = 20 \mu\text{s}$ . Změna výstupního napětí při změně zatěžovacího proudu o 10 % není větší než 0,2 %.

### Literatura

- [1] Marosi, G.: Negative – output regulator tracks input voltage. Electronics, září 1978.



Obr. 1. Impulsní regulátor jako invertor napájecího napětí

# Stabilizovaný napájecí zdroj 30 V/5 A

Ing. M. Mastný, Ing. K. Fenz

## Technické údaje

### Regulace napětí

Výstupní napětí: 0 až 30 V (skokově po 2 V, plynule 2 V).

Zatěžovací proud: 0 až 5 A.

### Stabilita výstupního napětí:

– při změně napětí sítě  $\pm 10\%$

$\Delta U_n < 2 \text{ mV}$ ;

– při změně zatěžovacího proudu z 0 na 5 A:

$\Delta U_i < 10 \text{ mV}$ .

$R_u < 2 \text{ m}\Omega$ .

### Vnitřní odpor:

Zvlnění výstupního napětí:

efektivní hodnota  $< 1 \text{ mV}$ ;

mezivrcholové napětí  $< 20 \text{ mV}$ .

### Regulace proudu

Omezení proudu: 0,5 až 5,5 A (plynule).

Vnitřní odpor:  $R_i > 10 \text{ k}\Omega$ .

Zvlnění:  $< 5 \text{ mV}$ .

## Popis a činnost zapojení

K pochopení činnosti lze zapojení zdroje rozdělit na několik funkčních celků, vzájemně propojených podle blokového schématu na obr. 1. Jsou to síťová část (T, U2, U3), obvod předregulace (RU, RO), stabilizátor napětí (A1, REG), obvod pro omezení výstupního proudu (A2) a měřicí obvod. Celkové schéma zapojení je na obr. 2.

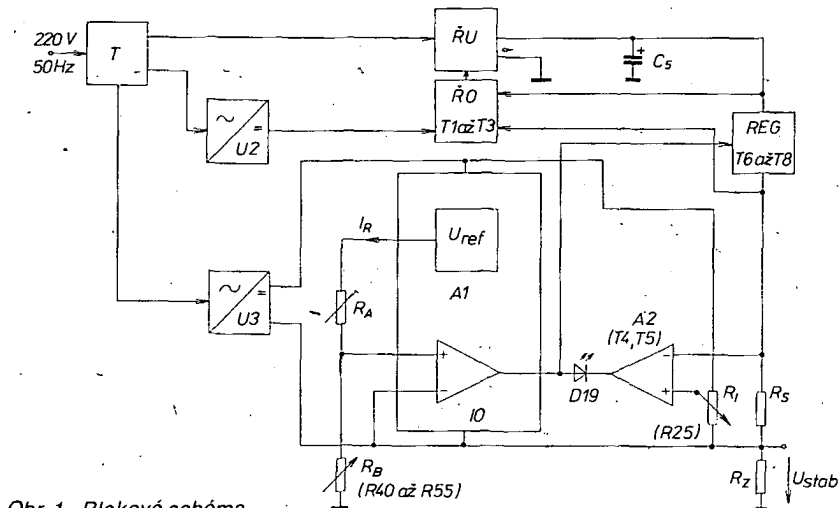
## Síťová část

Síťový transformátor zabezpečuje elektrické oddělení zdroje od sítě a získává se v něm potřebné napětí. Usměrňovače U2 a U3 napájejí řídicí obvod předregulátoru

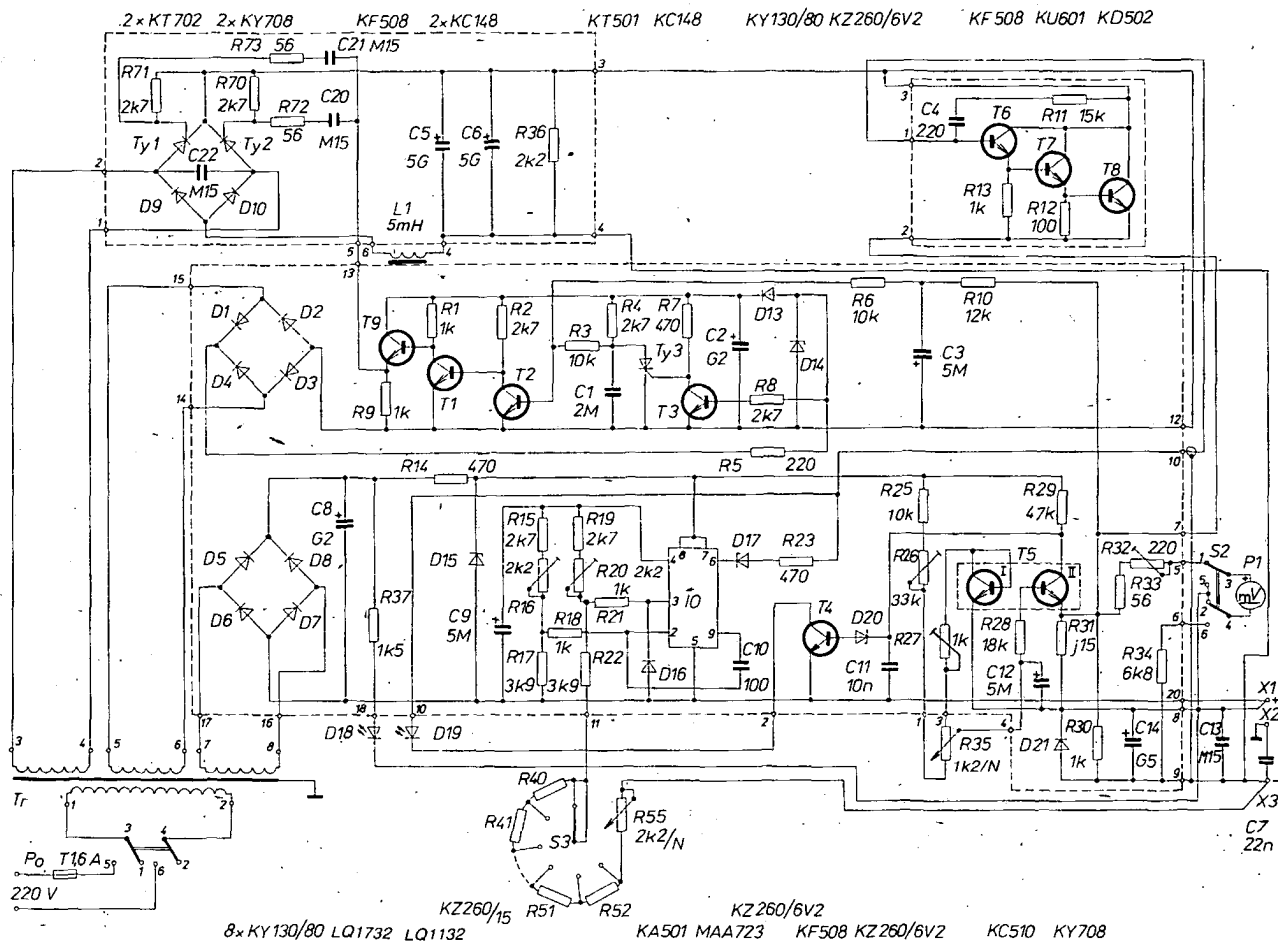
a obvod stabilizátoru napětí. Svítivá dioda D18 signalizuje připojení zdroje k síti.

## Obvod předregulátoru

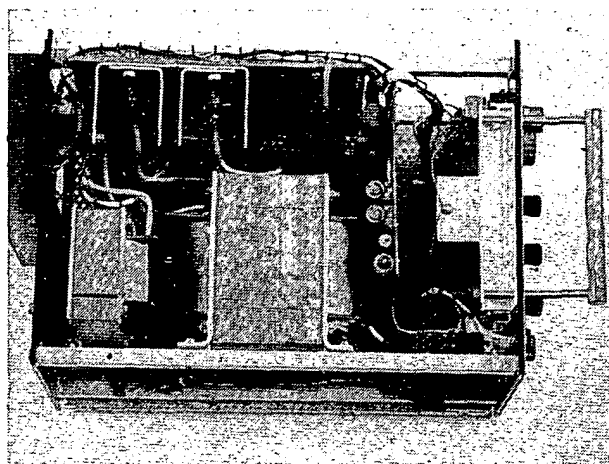
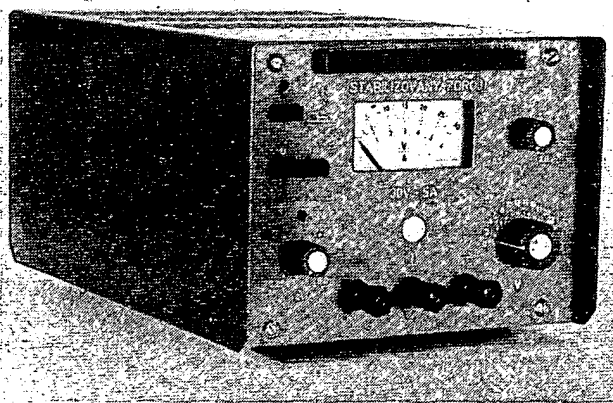
se skládá z řízeného usměrňovače RU s diodami D9, D10, tyristorů Ty1, Ty2 a řídicího obvodu RO s tranzistory T1 až T3, T9. Řídicí obvod vytváří impulsy s opakovacím kmitočtem, rovným dvojnásobku kmitočtu síťového napětí, jejichž náběžná hrana a tedy i okamžik zapnutí tyristorů Ty1, Ty2 se posouvá v závislosti na úbytku napětí na regulačním tranzistoru T8 tak, aby tento úbytek byl stálý (přibližně 5 V) bez ohledu na nastavenou hodnotu výstupního napětí zdroje. Tak je zajištěno, že maximální výkonová ztráta na regulačním tranzistoru nepřekročí danou mez



Obr. 1. Blokové schéma



Obr. 2. Schéma zapojení



Obr. 3. Pohled na hotový zdroj s krytem (vlevo) a bez krytu shora (vpravo)

(asi 25 W) při žádném z možných způsobů práce zdroje.

#### Řídicí obvod

Obvod je napájen pulsujičím napětím, omezeným diodou D14 asi na 6 V. Obvod se uvádí do výchozího stavu, zmenší-li se napětí na méně než asi 0,7 V; při tom přestane vést tranzistor T3 a sepne tyristor Ty3, který zkratuje kondenzátor C1. Rezistor R4 omezi protékající proud na menší, než je přídržný proud tyristoru a Ty3 je proto sepnut pouze na dobu vybíjení náboje C1. Napájecí napětí překročí 0,7 V, T3 sepne a spojí řídicí elektrodu Ty3 s katodou. Tranzistor T2 nevede, T1 je sepnut a T9 nevede. Píes rezistor R4 se nabíjí kondenzátor C1, který je spojen píes dělič R3, R6 s filtračním kondenzátorem C3, na němž se udržuje střední hodnota napětí na tranzistoru T8. Napětí ve společném bodě R3 a R6 se zvyšuje ze záporné hodnoty oproti společnému vodiči ŘO píes nulu, až pí napětí asi 0,5 V sepne T2, T1 přestane vést proud, T9 sepne a tímto kladným impulsem jsou sepnuty tyristory Ty1, Ty2. Zvyšuje-li se napětí na kondenzátoru C3 (zápornější oproti společnému vodiči ŘO), zvětšuje se i fázový posuv, tj. doba mezi průchodem

napájecího napětí nulou a sepnutím tyristorů Ty1, Ty2, a klesá napětí na sběracích kondenzátorech C5 a C6.

#### Stabilizátor napětí

sestává z integrovaného stabilizátoru napětí A1 (MAA723) a regulátoru s tranzistory T6 až T8. Jedná se o známé zapojení stabilizátoru se sériovým regulačním tranzistorem a můstkovým zapojením zesilovače odchylky [1].

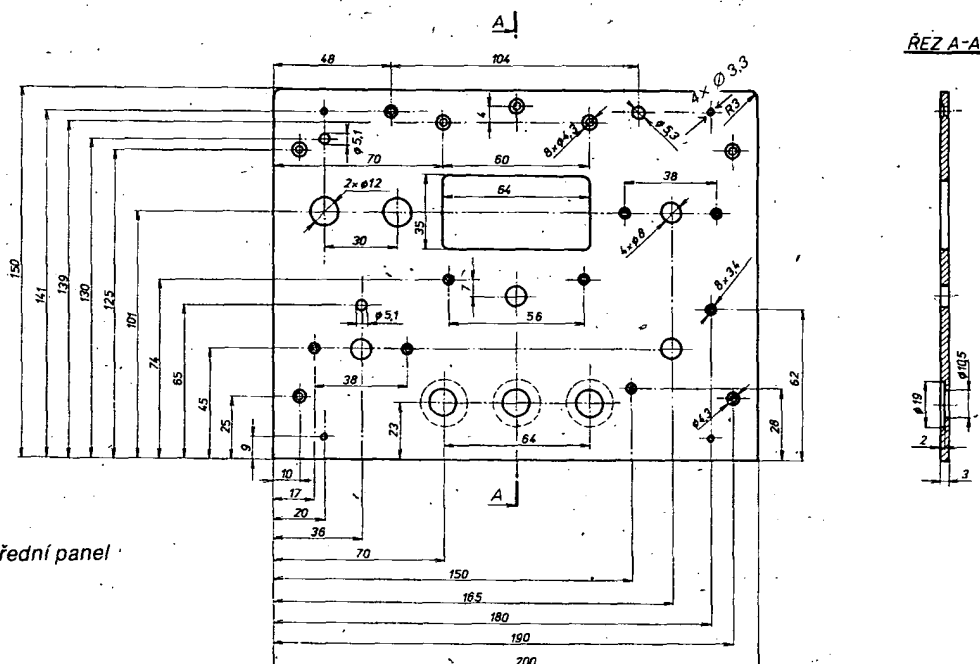
Proud ze zdroje referenčního napětí IO A1 prochází píes odpory  $R_A$ ,  $R_B$  a píes zatěžovací odpor  $R_Z$  do společného vodiče stabilizátoru. Píes odpor  $R_Z$  prochází v opačném směru proud z výkonového sekundárního vinutí transformátoru, usměrněný řízeným usměrňovačem a ovládaný regulačním tranzistorem T8. Zesilovač odchylky IO A1 ovládá proud procházející T8 tak, aby napětí mezi jeho vstupy se blížilo nule a aby tedy napětí na zátěži bylo rovno úbytku napětí na řídicím odporu  $R_B$ . Změnou odporů  $R_A$  se nastavuje proud v řídicím obvodu a změnou odporu  $R_B$  se řídí výstupní napětí, pro jehož velikost platí vztah

$$U_{\text{stab}} = I_R R_B.$$

Obvod je napájen napětím 15 V, stabilizovaným diodou D15. Zesilovač IO A1 potřebuje pro správnou funkci přivést na oba vstupy součtové napětí, větší než 2 V.

Pro invertující vstup se toto napětí získává na rezistoru R17, napájeném ze zdroje referenčního napětí, pro neinvertující vstup na rezistoru R22, zapojeném v řídicím obvodu. Trimrem R20 se nastavuje proud řídicím obvodem, trimrem R16 se pak nastaví nulové výstupní napětí pí zkratovaném řídicím odporu. Dioda D16 s rezistorem R21 chrání neinvertující vstup A1 píed průrazem pí přechodných dějích ve stabilizátoru a rezistor R18 vyrovnává poměry na vstupech s ohledem na vstupní proudy zesilovače. Dioda D17 posouvá ss napětí na emitoru výstupního tranzistoru A1, rezistor R23 omezuje výstupní proud A1 pí přechodu do režimu omezení odebíraného proudu.

Regulátor je sestaven ze tří tranzistorů v Darlingtonově zapojení. Rezistory R13 a R12 slouží ke zrychlení odezvy pí impulsním zatěžováním, člen R11, C4 zlepšuje průběh fázové charakteristiky pí vyšších kmitočtech. Rezistor R30 tvoří předzátěž stabilizátoru, dioda D21 chrání výstup zdroje proti poškození napětím opačné polarizy.



Obr. 4. Přední panel



## Obvod pro omezení odebraného proudu

Nastavitelné napětí z potenciometru  $R_1$  se porovnává s napětím na snímacím odporu  $R_S$ , úměrným odebranému proudu. Je-li úbytek na  $R_S$  menší než je nastavené napětí, je na výstupu zesilovače A2 plné napájecí napětí a dioda D19 je uzavřena. Obvod nijak neovlivňuje činnost stabilizátoru napětí. Jakmile úbytek na  $R_S$  překročí napětí, nastavené na  $R_1$ , zmenšuje se napětí na výstupu zesilovače A2 tak dlouho, až se otevře dioda D19 a zmenší se buzení regulačního tranzistoru a tím i výstupní proud.

Obvod omezení proudu je osazen dvojitým tranzistorem T5 a tranzistorem T4. Zesilovač tvoří jeden systém T5 a T4. První systém T5 je zapojen jako dioda a slouží ke kompenzaci teplotní závislosti napětí  $U_{BE}$  druhého systému T5. Při přechodu do režimu omezení proudu se proudem přes sepnutý tranzistor T4 rozsvítí světlová dioda D19. Kondenzátor C11 zajišťuje stabilitu v režimu omezení proudu.

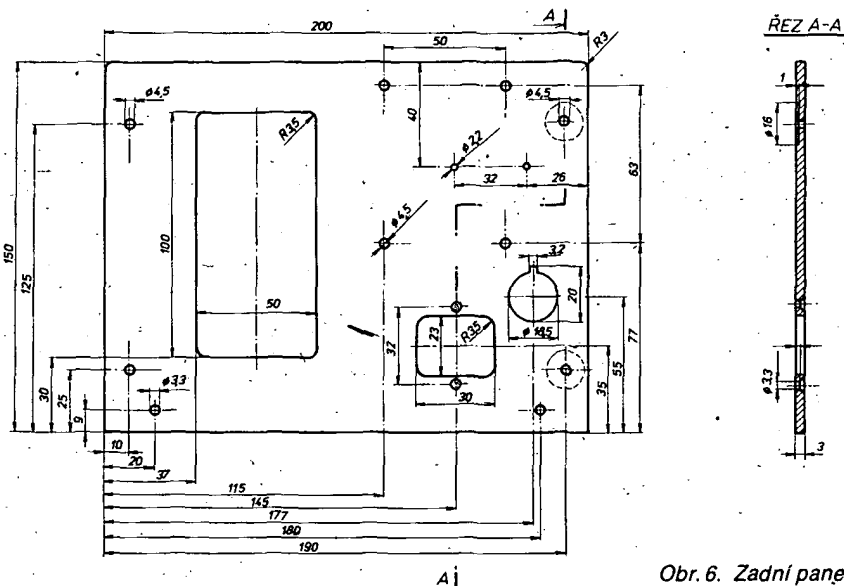
Trimrem R26 se nastavuje horní a trimrem R27 dolní hranice omezení proudu.

## Měřicí obvod

K měření napětí i proudu slouží milivoltmetr, který se připojuje páčkovým přepínačem buď přes předřadný odpor (rezistor R34) k výstupu zdroje, nebo ke snímacímu odporu (rezistor R31) přes trimr R32, kterým se nastaví citlivost měřidla podle skutečného odporu rezistoru R31.

## Mechanická konstrukce

Mechanická konstrukce je zřejmá z fotografií na obr. 3. Nosnou část tvoří přední a zadní panel z hliníkového plechu tl. 3 mm. Panely jsou vzájemně spojeny čtyřmi nosníky čtvercového průřezu. Na předním panelu (obr. 4) jsou upevněny všechny ovládací prvky, měřidlo, výstupní svorky a držadlo pro přenášení. Panel je překryt štítkem (obr. 5) z hliníkového ple-



Obr. 6. Zadní panel

chu s popisem (na obr. 3 vlevo má být správně u ovládače „omezení proudu“ údaj 0,5 až 5,5 A a u jemné regulace napětí 0 až 2 V.) Na zadním panelu (obr. 6) je upevněn chladič výkonového tranzistoru (obr. 3, 7 a 8), na němž je upevněna deska regulátoru (obr. 9), dále tlumivka L1, síťová přívodka a pojistkový držák (tranzistory T7 a T8 jsou izolovány od chladiče). Ostatní díly jsou připevněny na nosnících, spojujících přední a zadní panel.

Na desce usměrňovače (obr. 10, 11) jsou diody a tyristory řízeného usměrňovače předregulátoru se svými chladiči spolu s elektrolytickými kondenzátory C5, C6. Pomocné rezistory R71 až R73 a kondenzátory C20, C21 jsou pájeny přímo na vývody tyristorů.

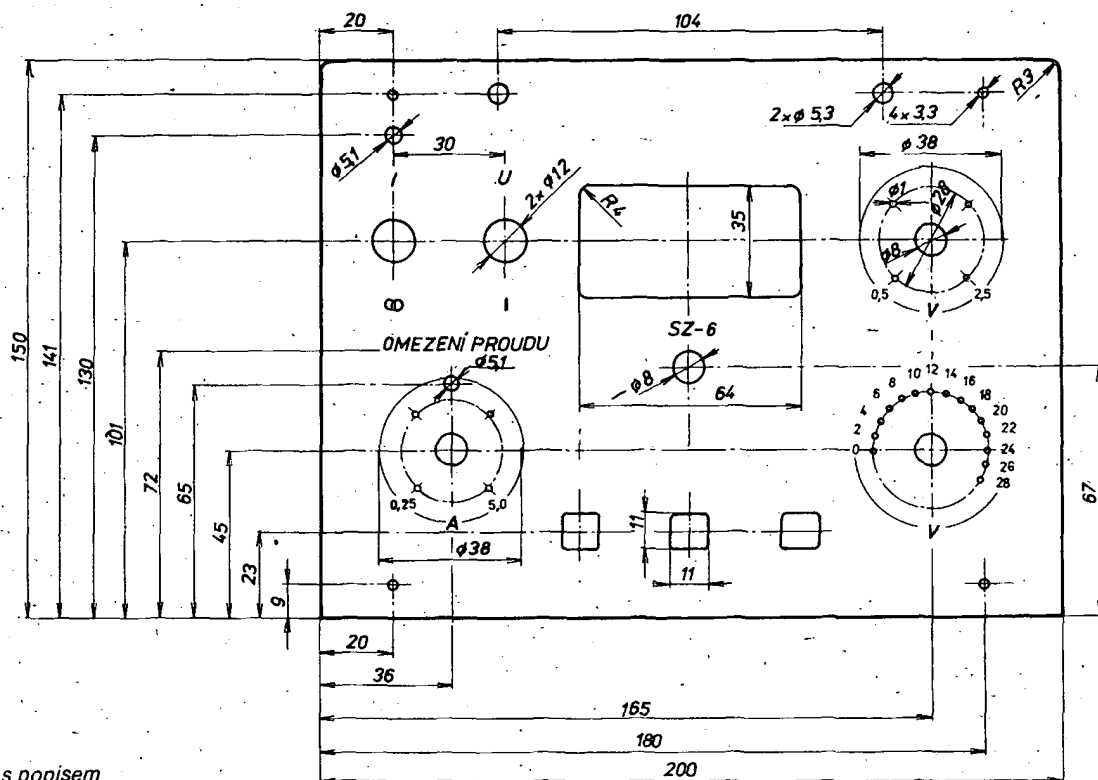
K podélným nosníkům je připevněna úhelníčky ještě deska stabilizátoru, obsahující součástky převážně části celého zapojení. Po uvolnění dolního upevňovacího šroubu lze desku vyklopit a získat tím přístup ke všem součástkám.

Na nosnících opačné strany je upevněn pouze síťový transformátor, vývody vinutí 3-4 jsou vytvářeny do oček a připojeny šrouby k chladičům tyristorů Ty1 a Ty2. Jednotlivé funkční celky jsou propojeny kabelovým svazkem (obr. 3 vpravo). Dno je vyrobeno z děrovaného železného plechu (obr. 12) a plášť je vyroben z hliníkového plechu tloušťky 2 mm (obr. 13). Na obr. 14 je deska stabilizátoru s rozložením součástek.

## Uvádění do chodu a nastavování

Zapojení nemá žádné zálučnosti a použijeme-li překontrolované součástky, nebude činit oživení a nastavení potíže. Při ožívování vystačíme s univerzálním měřicím přístrojem.

Po osazení všech součástek a překontrolování uvedeme nejdříve do chodu stabilizátor a potom obvody předregulá-



Obr. 5. Štítek s popisem ovládacích prvků

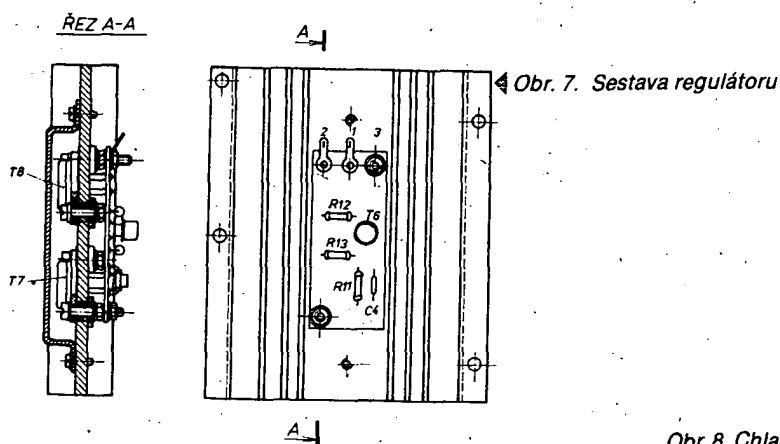
toru. Stabilizátor MAA723 zatím necháme vyjmутý z objímky. K desce stabilizátoru připojíme pouze svítivé diody D18, D19, potenciometr R35, přepínač s rezistory R40 až R52 a střídavé napětí 18 V z transformátoru pro napájení stabilizátoru. Dále propojíme desku stabilizátoru s regulátorem, a to pouze pájecí očka 7 desky a 2 regulátoru. Bázi T6 spojíme s emitorem T8. Protože jsme zatím neoživili řídicí obvody předregulátoru, změníme zapojení řízeného usměrňovače na jednocestný propojením vývodu 1 s vývodem 3 desky usměrňovače (jako jednoduchý usměrňovač pracuje dioda D9, D10 a tyristory jsou vyřazeny z činnosti). Tento jednocestný usměrňovač napájíme z vinutí 18 V transformátoru, které má napájet řídicí obvody. Záporný pól kondenzátorů propojíme s deskou stabilizátoru podle schématu zapojení. Protože není ověřena funkce omezení proudu, musíme se vyvarovat

náhodného zkratu na výstupu, protože by se mohly zničit regulační tranzistory. Můžeme použít omezovací odpor (rezistor asi 10  $\Omega$  nebo např. tři žárovky 12 V/20 W v sérii) zapojený mezi kladný vývod C5, C6 a kolektor T8. Při ověřování funkce omezení proudu musíme pamatovat na úbytek napětí, vznikající na tomto odporu. Transformátor připojíme k síti a měříme napětí na kondenzátorech C5, C6 (má být asi 24 V), na C8 (asi 24 V), na dutinkách 7, 8 objímky (asi 15 V) a musí svítit zelená svítivá dioda (D19).

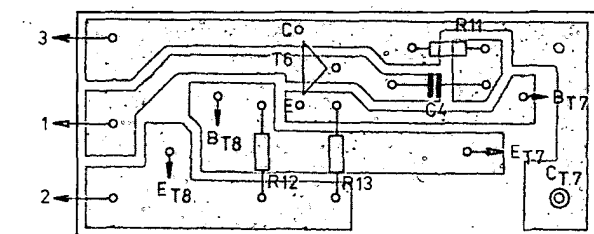
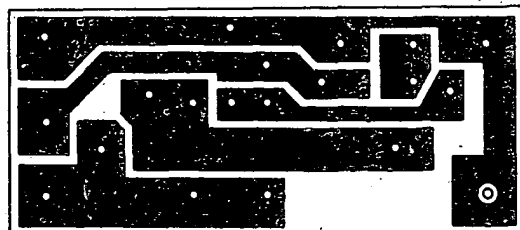
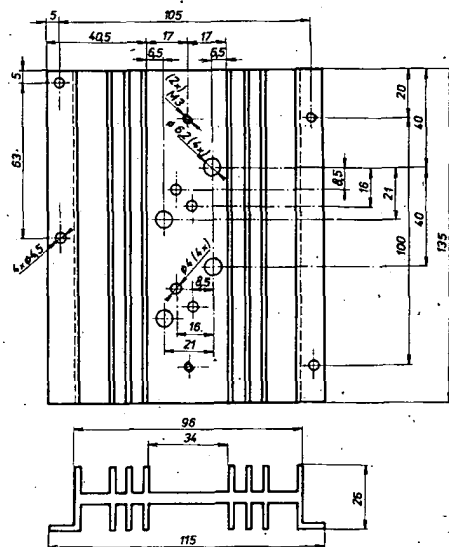
Na výstupních svorkách zdroje by nemělo být napětí (výstup bez zatížení). Spojíme-li bázi tranzistoru T6 přes rezistor (s odporem asi 10 k $\Omega$ ) s katodou Zenerovy diody D15, musí se na výstupu objevit napětí přibližně 20 V. Tím ověříme správnou funkci regulátoru a napájení stabilizátoru. Je-li na výstupu napětí při zkratování báze T6 s emitorem T8, je

některý tranzistor proražen (závadu vyloučíme kontrolou součástek před zapojením). Neobjeví-li se naopak na výstupu napětí pro vybuzení báze T6, je pravděpodobně neosazen rezistor T31 nebo nejsou zapájeny vývody tranzistorů regulátoru do desky s plošnými spoji. Jsou-li v uvedených bodech správná napětí, můžeme při vypnutém napájení vsunout do objímky IO MAA723 a propojit bázi T6 s deskou stabilizátoru. Měříme napětí na nezátížených výstupních svorkách. Změnou odporu rezistorů R40 až R55 musí být možné regulovat výstupní napětí přibližně od 0 do 20 V; při přetížení proudem asi 100 mA musí zůstat stálé.

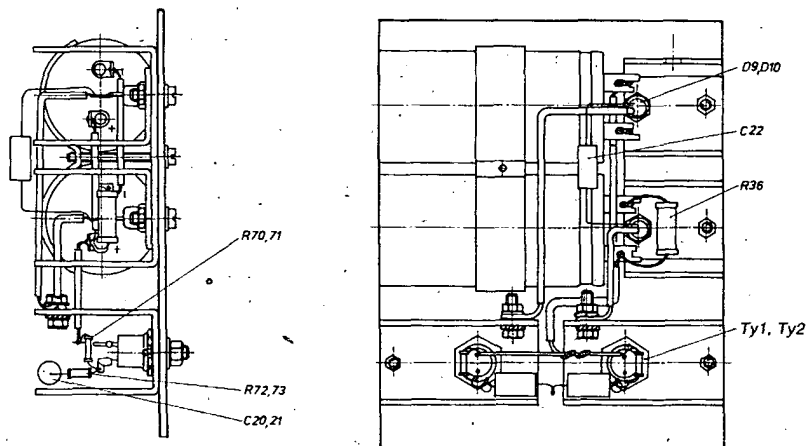
Funkci omezení proudu ověříme tak, že zatížíme zdroj na výstupu proudem asi 800 mA při běžící potenciometru R35 vytočeném zcela vpravo (R 26 na největší, R27 na nejmenší odpor). Při postupném otáčení vlevo se v poloze běžce poblíž levého



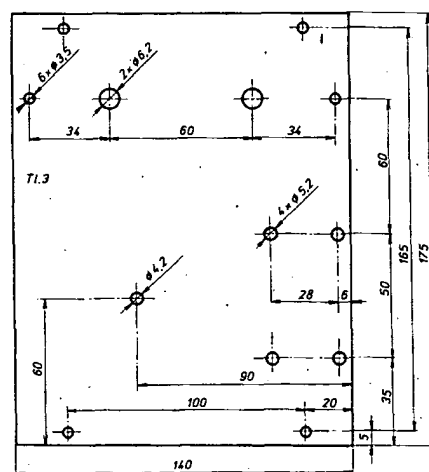
Obr. 7. Sestava regulátoru



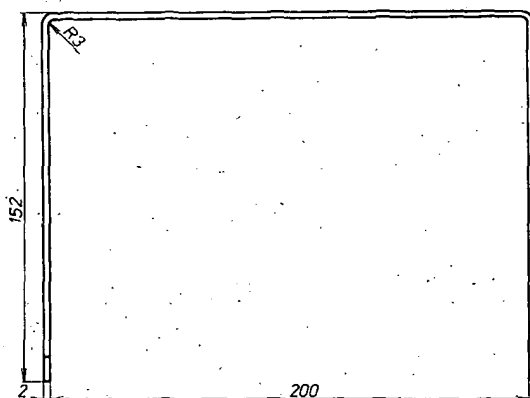
Obr. 9. Deska s plošnými spoji regulátoru R107 a rozložení součástek. Součástky kromě T7 a T8 jsou umístěny na straně spojů



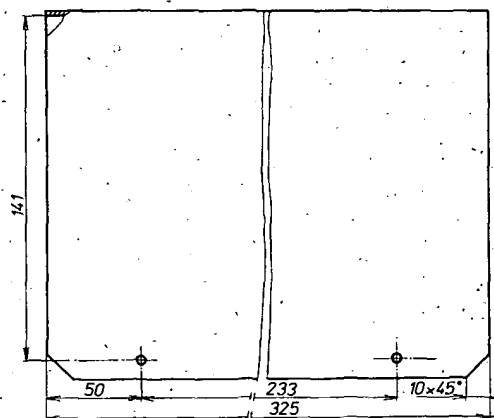
Obr. 10. Sestava desky usměrňovače



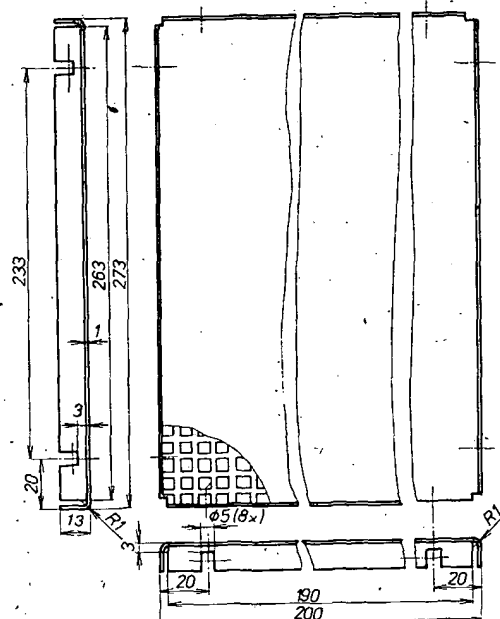
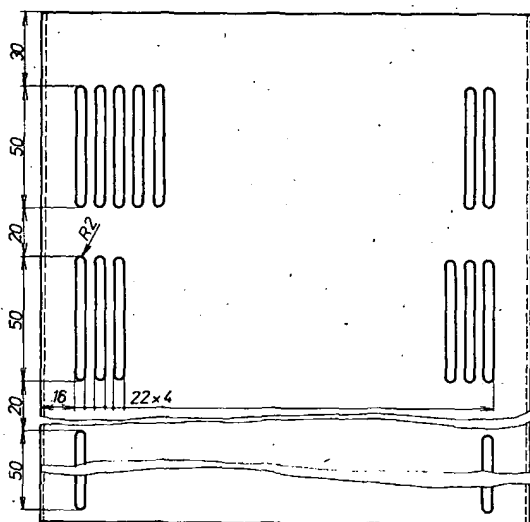
Obr. 11. Izolační deska



Obr. 13. Plášť



Obr. 12. Dno



dorazu musí rozsvítit červená svítivá dioda a musí se zmenšit výstupní napětí zdroje.

Nepracuje-li stabilizátor, musíme ověřit správné propojení rezistorů R40 až R52 na přepínači a jejich připojení k desce stabilizátoru. Při přerušeném obvodu je na výstupních svorkách napětí stejné, jako na C5, C6.

Jestliže lze výstupní napětí regulovat, ale napětí se při zatížení mění, stabilizátor pravděpodobně kmitá – je přerušovaný C10, C4. Orientačně můžeme tuto závadu zjistit přiblížením rozhlasového přijímače, naladěného na rozsah DV nebo SV. Nejvýhodnější je samozřejmě použít osciloskop. Musíme mít na paměti, že místo výkonového vinutí napájíme kondenzátory C5, C6 z pomocného vinutí 18 V a proto napětí na těchto kondenzátorech bude při zatížení značně kolísat. Pokud pracuje stabilizátor včetně omezení proudu, nehrozí již při ožiování předregulátoru nebezpečí zničení výkonových tranzistorů, a proto můžeme zapojit všechna vinutí transformátoru podle schématu (nesmíme zapomenout zrušit spojení vývodů 1 a 3 na desce usměrňovače). Při ověřování činnosti předregulátoru zatížíme výstup zdroje (proud asi 1 A); měříme výstupní napětí zdroje a napětí mezi kolektorem a emitorem T8.

Nastavujeme-li výstupní napětí od 0 do 30 V, mělo by být napětí  $U_{CE}$  T8 v rozmezí  $5 \pm 0,5$  V. Případně větší odchylky lze „doladit“ změnou odporu rezistoru R6.

Pokud by zapojení předregulátoru nepracovalo, byla některá použita součástka vadná. Hledáme-li případnou chybu, je

nejvýhodnější použít osciloskop a sledovat činnost podle popisu činnosti obvodu. Pracují-li všechny obvody správně, nastavíme s konečnou platností meze regulace napětí a proudu. Při celkovém odporu řetězce rezistorů R40 až R55 rovném 30 k $\Omega$  nastavíme výstupní napětí na 30 V trimrem R20. Při zkratovaném řídicím odporu nastavíme na výstupu nulové napětí trimrem R16. Nastavení nulové a maximální hodnoty musíme několikrát zopakovat, protože se oba nastavovací prvky navzájem ovlivňují. K nastavení mezí omezení proudu slouží trimry R26 a R27. Při odebírání proudu 5,5 A a běžíci R35 nastaveném zcela vpravo měníme polohu běžce trimrem R26, až se rozsvítí dioda D19 a proud se mírně změní. Při poloze běžce R35 zcela vlevo nastavíme při nezměněné zátěži výstupní proud na 450 mA. Postup nastavení je třeba několikrát opakovat.

Nakonec trimrem R32 nastavíme citlivost měřidla tak, aby odpovídal údaj na stupnici skutečně odebíranému proudu. Na závěr můžeme ještě jednou překontrolovat správnou činnost předregulátoru, zda udržuje ve všech režimech práce zdroje úbytek napětí na regulačních tranzistorech přibližně stálý.

K ověření velikosti vnitřního odporu je nejvhodnější číslicový voltmetr. Můžeme postupovat i tak, že měříme úbytek výstupního napětí při zatížení a porovnáváme s úbytkem při chodu naprázdno, a to při malém výstupním napětí (např. 300 mV). Výstupní napětí by se nemělo změnit více než o 10 mV při změně zatěžovacího proudu z 0 na 5 A. Máme-li k dis-

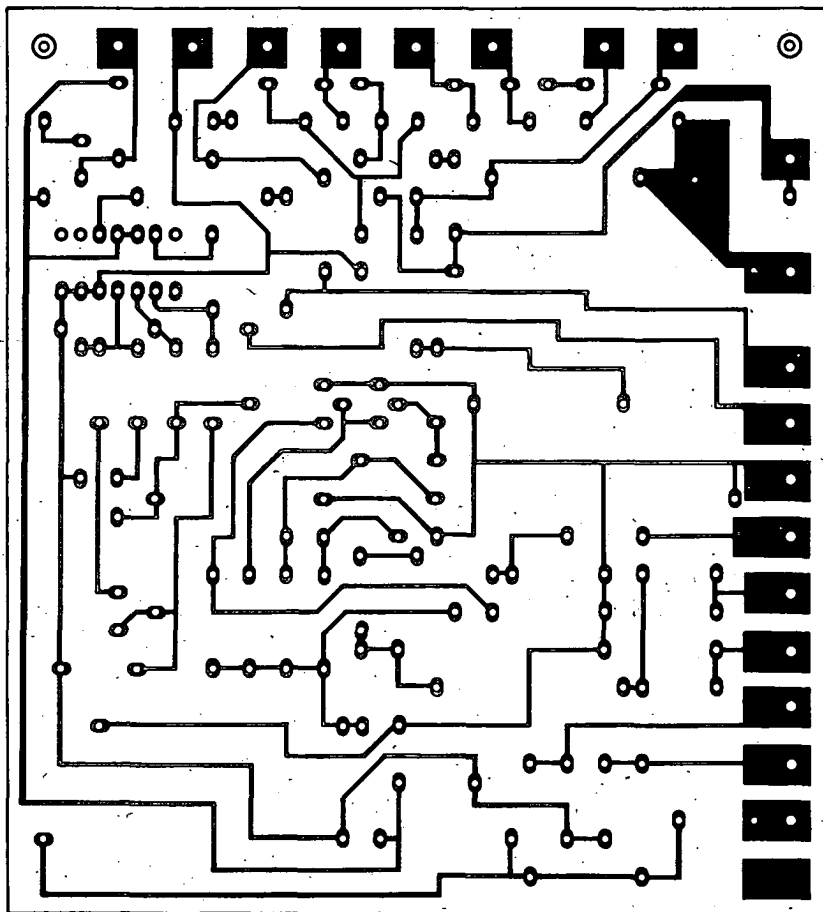
pozici osciloskop nebo milivoltmetr, můžeme ověřit zvlnění výstupního napětí ve všech pracovních režimech.

### Poznámky ke stavbě

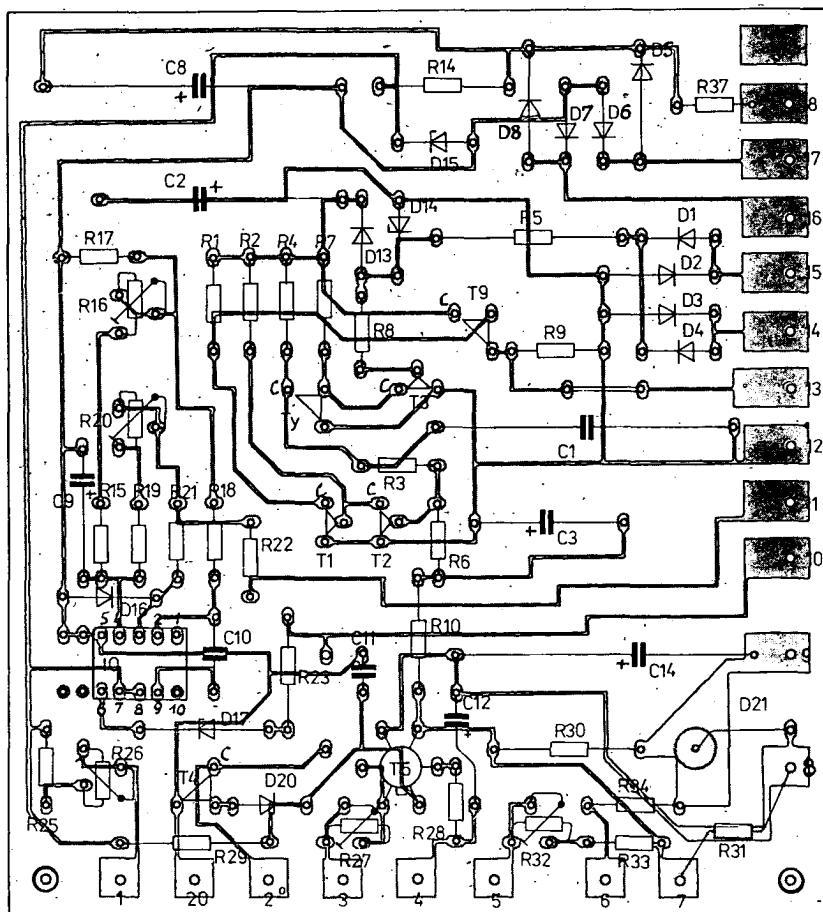
Přístroj je konstruován tak, aby snesl trvalé zatížení maximálním proudem i při zvýšeném síťovém napětí, přičemž oteplení kterékoliv části nepřesáhne povolenou mez. Na to je třeba pamatovat, pokud při stavbě zájemce použije jiné součástky, než které jsou uvedeny v tomto popisu. Je třeba zdůraznit, že při tyristorové předregulaci se průběh proudu protékající vinutím transformátoru liší od sinusového a jeho efektivní hodnota (na níž závisí oteplení vinutí) je odlišná od proudu, udávaného běžnými univerzálními měřicími přístroji. Rovněž ztráty v jádře jsou větší díky nesinusovému průběhu proudu.

Proto nedoporučuji zmenšovat průřezy vodičů nebo jádra transformátoru, i když se může zdát zbytečně předimenzovaný. Doporučuji také dodržet indukčnost tlumivky L1. Menší indukčnost způsobí zvětšení ztrát v transformátoru zvětšeným obsahem vyšších harmonických; je-li indukčnost zbytečně velká, zmenšuje se napětí na C5, C6 a může se i zhoršit stabilita předregulátoru.

Odpor R31 je třeba dostatečně dimenzovat, aby se příliš neohříval protékajícím proudem. Nejvhodnější je drát z konstantanu o  $\varnothing$  1 mm, navinutý na trn o  $\varnothing$  15 mm. Pak má odpor přijatelné rozměry při dobré zatížitelnosti. Některé odporové materiály se nesnadno pájejí; pou-



Obr. 14. Deska s plošnými spoji stabilizátoru R108 a rozložení součástek



žijeme-li drát z podobného materiálu, přichytíme jej do svorky, vyrobené z mosazného vnitřku lámací svorkovnice („čokolády“).

### Možné úpravy zdroje

Zapojení, popř. konstrukci zdroje lze upravovat, chceme-li např. zlepšit obsluhu, rozšířit možnosti použití, zjednodušit konstrukci apod.

Z první skupiny úprav: K regulaci napětí můžeme použít dekádu přesných odporů, přepínaných otočnými palcovými spínači, a rozsah regulace proudu směrem k menším proudům můžeme rozšířit použitím několika přepínaných snímacích odporů na místě R31. Tím by se současně zvětšila přesnost čtení při malých výstupních proudech, aniž by se zvětšil vnitřní odpor. Připojením vnějšího ampérmetru.

Z úprav směřujících ke zjednodušení je možno jmenovat vypuštění předregulátoru, čímž se zmenší zatížitelnost asi na 1 A, nebo vypuštění měřícího přístroje s tím, že budou ovládací prvky k nastavování napětí a proudu opatřeny stupnicemi.

Mechanickou konstrukci můžeme změnit při respektování základních požadavků na tuhost skříňky. Plášť ohýbaný z jednoho kusu plechu můžeme nahradit třemi částmi, šroubovanými přímo na podélné nosníky. Musíme zachovat alespoň stejnou nebo větší plochu větracích otvorů. Na kryt není vhodný ocelový plech, protože při malé tloušťce se může rozechvívat rozptylovým polem transformátoru a hlučí; při velké tloušťce má zbytečně velkou hmotnost.

### Seznam součástek

Rezistory (TR 151, TR 212 apod., není-li uvedeno jinak):

R1,	1 kΩ
R2	2,7 kΩ
R3	10 kΩ
R4	2,7 kΩ
R5	220 Ω, TR 153
R6	10 kΩ
R7	470 Ω
R8,	2,7 kΩ
R9,	1 kΩ
R10	12 kΩ
R11	15 kΩ
R12	100 Ω
R13	1 kΩ
R14	220 Ω, TR 153
R15	2,7 kΩ
R16	2,2 kΩ, TP 110 nebo 011 (trimr)
R17	3,9 kΩ
R18,	1 kΩ
R19	2,7 kΩ
R20	2,2 kΩ, TP 110 nebo 011 (trimr)
R21	1 kΩ
R22	3,9 kΩ
R23	470 Ω
R25	10 kΩ
R26	33 kΩ, TP 110 nebo 011 (trimr)
R27	1 kΩ, TP 110 nebo 011 (trimr)
R28	18 kΩ
R29	47 kΩ
R30	1 kΩ, TR 154
R31	0,15 Ω, odporový drát
R32	220 Ω, TP 110 nebo 011 (trimr)
R33, R34	podle použitého měřidla
R35	1,2 kΩ, lin., WN 69170
R36	2,2 kΩ, TR 154
R37	1,5 kΩ
R40 až R52	2 kΩ, dovolená úchyłka ± 5 %
R55	2,2 kΩ, lin., WN 69170
R70, R71	2,7 kΩ
R72, R73	56 Ω

Kondenzátory:

C1	2 μF/100 V, MP (TC180)
C2	200 μF/15 V, TE 984
C3	5 μF/70 V, TE 988
C4	220 pF, keramický
C5, C6	5000 μF/50 V, TC 937a

C7	22 nF/1000 V, TC 277 (polyesterový)
C8	200 µF/35 V, TE 986
C9	5 µF/15 V, TE 984
C10	100 pF, keramický
C11	10 nF, keramický
C12	5 µF/15 V, TE 984
C13	0,15 µF/100 V, MP (TC 180)
C14	500 µF/35 V, TE 986
C20 až C22	0,15 µF/100 V, MP (TC 180)

#### Polovodičové součástky:

IO	MAA723
T1 až T3	KC148
T4	KF508
T5	KC510
T6	KF508
T7	KU601
T8	KD502
T9	KF508
D1 až D8	KY130/80
D9, D10	KY708
D13	KY130/80
D14	KZ260/6V2
D15	KZ260/15
D16	KA501
D17	KZ260/6V2
D18	LQ1732
D19	LQ1132
D20	KZ260/6V2
Ty1, Ty2	KT702
Ty3	KT501

#### Ostatní součástky

Tr	transformátor, jádro EI 40 × 64, primární vinutí: 445 z drátu CuL, Ø 0,9 mm (220 V); sekundární vinutí: 97 z drátu CuL, Ø 1,8 mm (47 V/5 A), 35 z drátu CuL, Ø 0,2 mm (18 V/80 mA), 35 z drátu CuL, Ø 0,2 mm (18 V/80 mA); izolační pevnost: mezi primárním a sekundárním vinutím 4 kV, vůči kostře 2,5 kV
L1	tlumivka, jádro EI 25 × 25, 40 z drátu CuL, Ø 1,8 mm; plechy skládat zvlášť E a I, mezer 1 mm
S1, S2	páčkové přepínače
S3	radič 14 poloh
Po	pojistka 1,6 A
P1	měřidlo libovolné s napětím do 0,5 V a proudem do 5 mA pro plnou výchylku; výkres předního panelu je pro použití měřidla MP 80

### Závěr

Možnost použití popsaného přístroje je široká – od napájení žárovek optických přístrojů stabilizovaným napětím nebo proudem, k různým servomechanismům apod., až po nabíjení akumulátorů stálým proudem s omezením maximálního napětí. Díky obdelníkove zatěžovací charakteristice lze řadit více zdrojů paralelně, potřebujeme-li větší zatěžovací proud.

Záměrem autorů bylo zkonstruovat výkonový stabilizovaný zdroj umožňující trvalý provoz při maximálním zatížení a odolný proti nepečlivé obsluze, který by měl parametry vyhovující pro laboratorní použití a aby měl při splnění těchto požadavků přijatelné rozměry i pořizovací cenu.

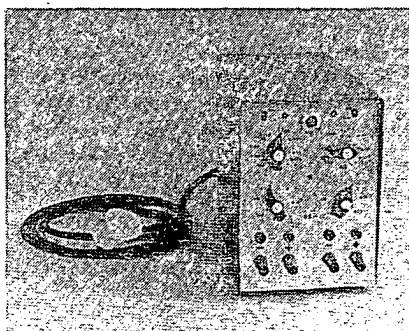
### Literatura

- [1] Stabrowski, M.: Stabilizátory stejnosměrného napětí a proudu. SNTL: Praha 1975.
- [2] Stach, J.: Výkonové tranzistory v nízkofrekvenčních obvodech. SNTL: Praha 1979.
- [3] Zika, J.: Diody a tyristory v průmyslové elektronice. SNTL: Praha 1971.

# STABILIZOVANÉ ZDROJE SZ I A SZ II

Ing. Petr Lajtkep

Konstrukcí stabilizovaného zdroje bylo věnováno mnoho stavebních návodů. Často se jedná o jednoúčelové zdroje bez možnosti změny výstupního napětí v širokém rozsahu. Regulovatelné stabilizované zdroje zase nemají možnost regulovat maximální proud (proudové omezení) a jejich ochrana před nešetrným zacházením není dostatečná.



Konstrukce jednoduchého stabilizovaného zdroje pro amatérskou laboratoř by měla splňovat tyto požadavky:

1. Plynulá regulace výstupního napětí od 0 do 25 V s lineární stupnicí.
  2. Plynulá regulace omezení výstupního proudu od desítek mA do 1 A s nelineární stupnicí.
  3. Volba charakteristiky s proudovým omezením nebo charakteristiky s vypnutím zdroje při dosažení stanoveného proudu; oba stavy musí být indikovány.
  4. Malý vnitřní odpor zdroje.
- Těmto požadavkům vyhovuje zdroj, jehož základní zapojení je na obr. 1. Jádrem tohoto zapojení je integrovaný obvod MAA723.

Aby měl přístroj široké použití, obsahuje dva samostatné zdroje v jedné skřínce. Oba jsou vzájemně elektricky odděleny a mají společný napájecí transformátor. Napětí na neinvertujícím vstupu IO je konstantní a je určeno odporovým děličem  $R_1, R_2$ .

$$U_{\text{neinv}} = U_R \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (1)$$

Napětí na invertujícím vstupu je dáno polohou běžce potenciometru P a výstupním napětím  $U_2$ .

$$U_{\text{inv}} = \frac{R_3}{R_3 + R_4} (U_2 - \alpha U_R) + \alpha U_R \quad (2)$$

Obě napětí na vstupech IO jsou stejná, a proto

$$U_R \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R_3}{R_3 + R_4} (U_2 - \alpha U_R) + \alpha U_R \quad (3)$$

pokud  $R_1 = R_3$  a  $R_2 = R_4$ , dostáváme

$$U_2 = \frac{R_2}{R_1} U_R (1 - \alpha) \quad (4)$$

Z tohoto základního vztahu vidíme, že maximální napětí  $U_2$  (pro  $\alpha=0$ ) je dáno poměrem  $U_R R_2 / R_1$ . Abychom mohli regulovat výstupní napětí  $U_2$  již od nuly, je zapotřebí na výstup IO připojit Zenerovu diodu D. Tato dioda je u IO, zapouzdřených v plastickém pouzdru, přímo ve struktuře a není ji třeba zapojovat vně obvodu.

### Stabilizovaný zdroj SZ II

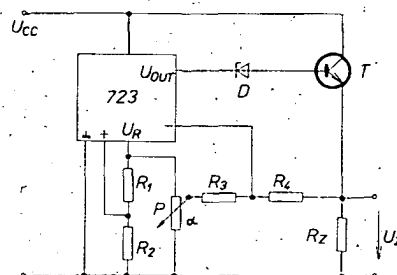
Celkové schéma zapojení úplného stabilizovaného zdroje napětí je na obr. 2.

### Činnost zapojení

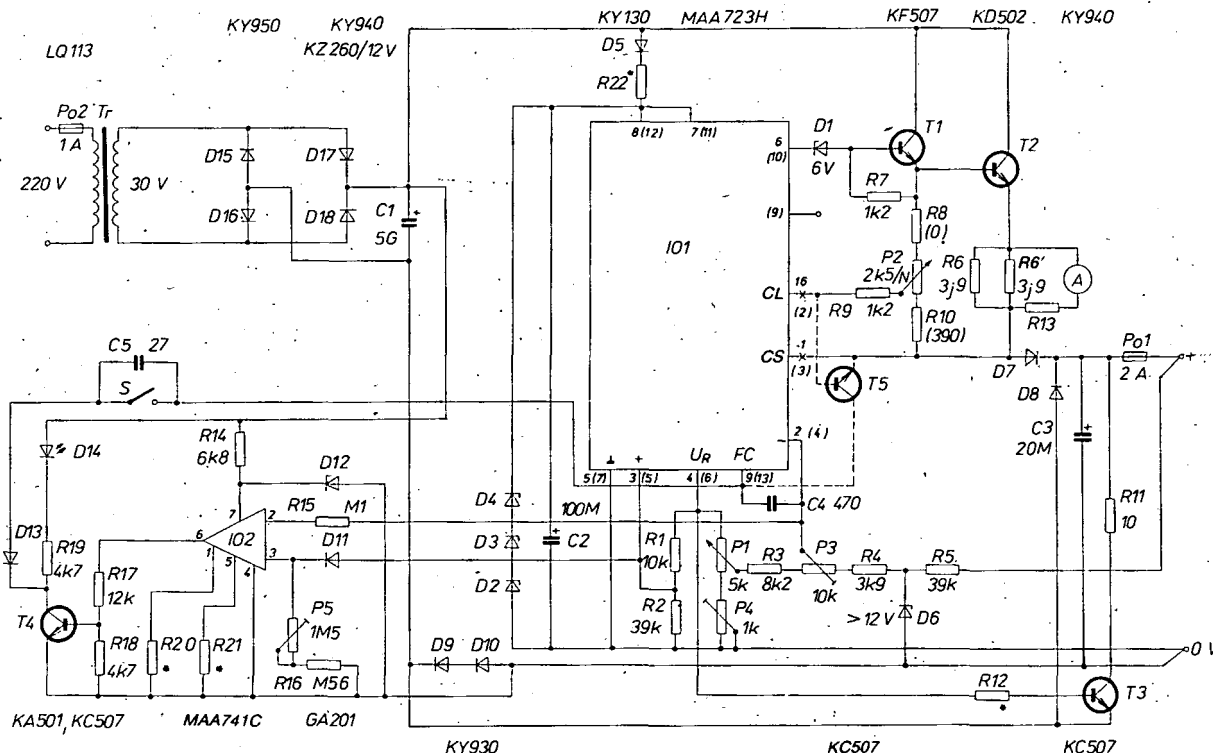
Na rozdíl od základního schématu z obr. 1 jsou v zapojení na obr. 2 další obvody, jejichž činnost si popíšeme.

Aby byla dodržena podmínka poměru odporů  $R_1/R_2 = R_3/R_4$ , jsou odpory v neinvertujícím vstupu rozdělány a přesný souhlas se nastavuje trimrem  $P_3$ . Trimr  $P_4$  slouží k nastavení maximálního výstupního napětí  $U_2$ . K proudové ochraně je využit tranzistor, zahrnutý k tomu účelu ve struktuře IO. Napětí pro omezení proudu se snímá na kombinaci odporů  $R_6$  a  $R_6'$ ; toto napětí je zvětšeno o napětí  $U_{BE}$  tranzistoru T2. Ochranný obvod je dostatečně citlivý i pro malé proudy. Pro odpor rezistoru  $R_6$  asi 4 Ω je minimální nastavitelný proud asi 10 až 20 mA (podle typu IO a tranzistoru T2), pro odpor 2 Ω je minimální proud asi 40 mA. Pokud uživatel nechce použít vnitřní tranzistor IO, může spoje k IO přerušit v místech označených křížky a vně umístit ochranný tranzistor T5.

Integrovaný obvod MAA723 má maximální dovolené napájecí napětí 40 V. Při použití transformátoru, který má větší výstupní (efektivní) napětí než 30 V, je třeba IO chránit. K tomuto účelu slouží



Obr. 1. Základní zapojení zdroje



Obr. 2. Celkové schéma zapojení (SZ II)

Zenerovy diody D2 až D4, (součet jejich Zenerových napětí je asi 40 V). Podle velikosti napájecího napětí po usměrnění volíme odpor rezistoru R22. Napájecí proud IO MAA723 je ve velkém rozsahu napájecího napětí konstantní. Pro napětí 40 V je asi 2,2 až 2,8 mA. K tomuto proudu se připočítává proud, vyvolaný zátěží na výstupu  $U_R$ . Celkový proud IO je tedy

$$I_c = 2,8 + \frac{7,3}{R} \quad (\text{mA}; \text{k}\Omega) \quad (5)$$

kde  $R$  je výsledný odpor paralelní kombinace rezistorů na výstupu  $U_R$  (v našem případě 4,15 kΩ). Diody D5 odděluje obvod napájení IO s napětím, „vyhlazeným“ kondenzátorem C2, od výkonové větve napájecího napětí, kde je zvlnění větší (na C1). Není-li napětí na C1 větší než 40 V, není třeba zapojovat diody D2 až D4 a odpor R22.

Ochranu zdroje proti přepětí nebo proti připojení vnějšího napětí s opačnou polaritou na výstup zdroje zajišťují diody D6 až D8 a pojistka Po1. Diody D8 a D6 chrání zdroj před přepětím, dioda D7 před přepólováním. Pojistku volíme podle maximálního proudu zdroje.

Princip zdroje vyžaduje stálou zátěž, jinak by výstupní napětí nebylo definováno. Pokud bychom použili jako zátěž rezistor, byl by výstupní proud úměrný napětí. Je proto výhodnější zapojit na výstup zdroje zátěž s konstantním proudem. Tuto zátěž tvoří tranzistor T3. Jeho kolektorový proud se nastavuje vhodnou volbou odporu rezistoru R12 a to nejméně na 2 mA; odpor rezistoru R12 je pak dán vztahem

$$R_{12} = \frac{8 I_c}{h_{21ET3}} \quad (\text{k}\Omega; \text{mA}) \quad (6)$$

Aby zátěž stálým proudem spolehlivě pracovala i při malém napětí, je emitor T3 na zápornějším potenciálu, vytvořeném diodami D9 a D10 (postačí i jedna dioda). Pokud by toto předpětí emitor neměl,

bude minimální regulovatelné napětí rovno  $U_{CES}$ , tj. asi 0,1 V. Odpor R11 částečně chrání tranzistor T3 před velkým napětím  $U_{CE}$  při chybně zapojených vnějších obvodech.

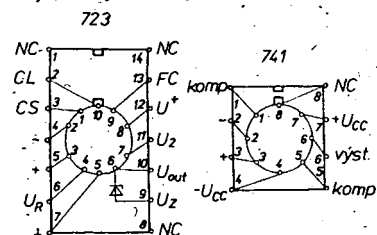
Tento stabilizovaný zdroj můžeme doplnit ampérmetrem (např. pro rozsahy 0,2 a 2 A), přičemž odpor rezistoru R6 udává citlivost ampérmetru při nižším rozsahu (pro  $R_{13} = 0$ ), spolu s rezistorem R13 potom ampérmetr používáme pro vyšší rozsahy proudu.

Nechceme-li použít ampérmetr (je to jednak nákladná součást, jednak ve zdroji zabírá dosti místa), můžeme použít doplněk s IO MAA741. Tento obvod má dvě funkce; jednak indikuje proudové omezení zdroje, jednak vypíná celý zdroj při překročení nastaveného proudu. IO je napájen přes rezistor R14; napětí stabilizuje dioda D12 (12 V). Jeho vstupy jsou připojeny na vstupy IO MAA723. Není-li proudová pojistka v činnosti, jsou napětí na vstupech IO1 stejná a na výstupu IO2 je nulové napětí, tranzistor T4 nevede proud. Je-li v činnosti proudová pojistka, napětí na invertujícím vstupu IO1 se zmenší a výstup IO2 přejde do opačného stavu, tranzistor T4 se otevře a dioda D14 se rozsvítí.

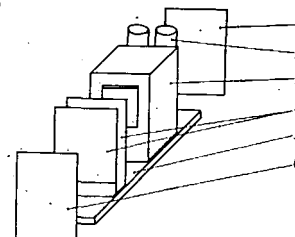
Sepnutím spínače S se uvede v činnost ochranný tranzistor v IO1 (uzavřením obvodu přes D13 a T4 k zemi), tím i výstupní napětí poklesne na nulu. Tento stav potrvá tak dlouho, než spínač S rozpojíme a odstraníme příčinu zvětšeného odběru proudu ze zdroje. Tento stav zdroje je také indikován diodou D12. Pro zaručení správné funkce IO2 je třeba, aby v klidovém stavu byl invertující vstup zápornější než neinvertující vstup. K tomu slouží germaniová dioda D11 a rezistory R15 a P5. Namísto diody D5 lze použít i rezistor. Změnou odporu trimru P5 regulujeme úbytek napětí na diodě a tím nastavujeme správné předpětí na vstupech IO2. Kondenzátor C5 připojený paralelně ke spínači S zamezuje vzniku nesprávného stavu při přepínání spínače.

## Mechanická konstrukce

Většina součástek je zapájena do desky s plošnými spoji (obr. 5). Vně desky s plošnými spoji jsou umístěny kondenzátory C1, C5, dioda D14, tranzistor T2, spínač S, pojistka Po1 a potenciometry P1, P2. Desku s plošnými spoji, osazenou potřebnými součástkami podle toho, jakou variantu zdroje budeme používat, uchytíme okrajem k profilu U na základní desku zdroje. Budeme-li používat zdroj pro proud větší než 1 A, musíme diody KY940, KY950 chladit. Osvědčilo se umístit tranzistor T2 izolovaně na zadní panel zdroje, který slouží jako chladič. Na mis-

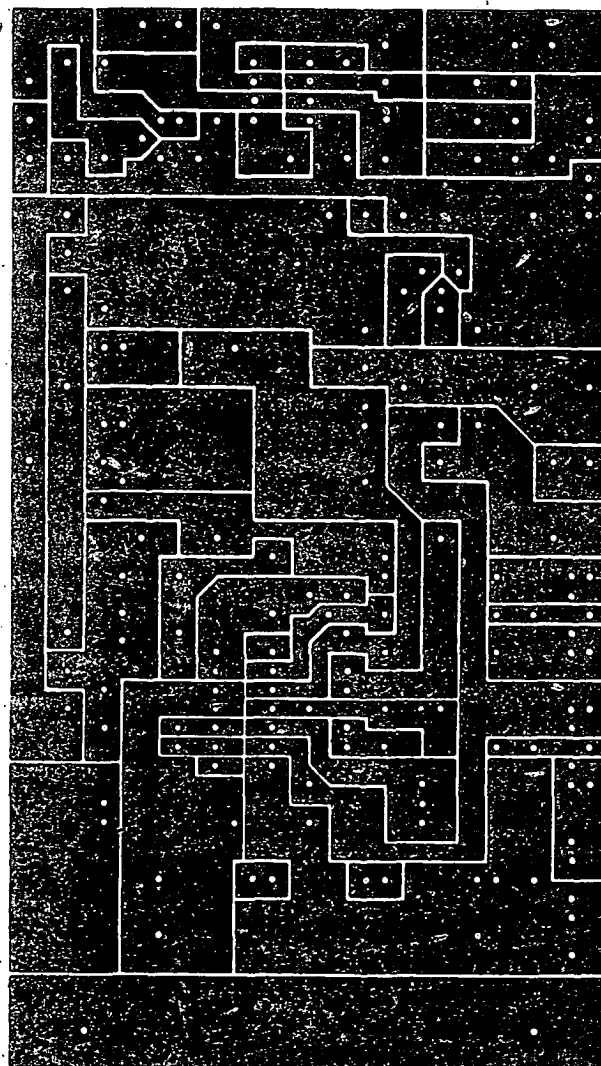
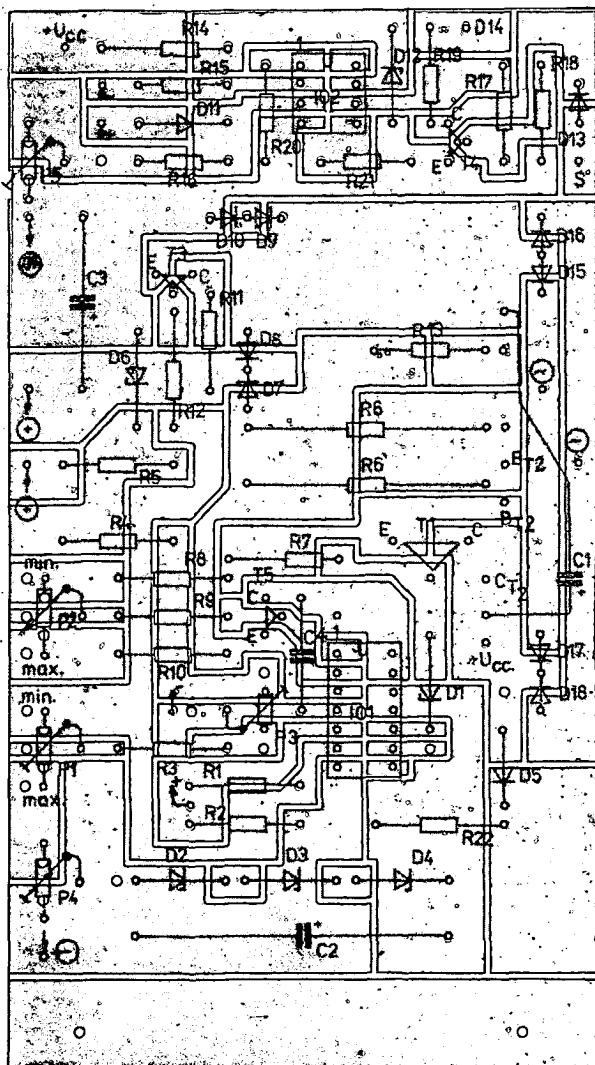


Obr. 3. Porovnání vývodů IO 723 a 741 v plastických a kovových pouzdech



Obr. 4. Konstrukce zdroje: 1 - zadní panel; 2 - kondenzátory C1; 3 - transformátor; 4 - desky s plošnými spoji; 5 - základní deska; 6 - přední panel





Obr. 5. Deska s plošnými spoji R109 a rozmístění součástek zdroje SZ II (P1 má být potenciometr)

tech IO1 a IO2 lze použít i zahraniční obvody v „plastických“ pouzdech. Správnou orientaci drátových vývodů IO MAA723H a MAA741C ukazuje obr. 3. Pokud použijeme zahraniční IO 723 v plastickém pouzdru, není třeba zapojovat diodu D1, ale pouze spojit vývoj 9 IO s bází T1.

Mechanickou konstrukci naznačuje obr. 4. Na spodní pertinaxové podložce s rozměry 135×265×10 mm jsou přišroubovány přední a zadní panel. Na předním panelu je upevněn subpanel se spínačem S, indikačními svítivými diodami a potenciometry. Na zadním panelu jsou upevněny výkonové tranzistory spolu s pojistkami. Síťový transformátor je přišroubován k základní desce. Na transformátoru je plechový držák pro kondenzátory C1. Desky s plošnými spoji jsou upevněny na hliníkovém profilu U, upevněném mezi transformátorem a předním panelem. Při drátovém propojování součástek nesmíme zapomenout na čtyřvodičové zapojení výstupu zdroje. Porovnávací napětí pro invertující vstup a „zem“ IO1 je odebráno přímo z výstupních svorek; tak je vyloučen vliv odporu vodičů ke svorkám.

### Oživení

Po kontrole zapojení desky připojíme napájecí napětí – buď z transformátoru a usměrňovače zdroje nebo z jiného (např. stabilizovaného) zdroje. Zkontrolujeme napětí na C1, na vývodu  $U_R$  IO1

(7,3 V), spínač S rozpojíme a rezistor R12 prozatímně nahradíme rezistorem s odporem 0,68 MΩ. Pokud lze potenciometrem P1 měnit výstupní napětí, je vše v pořádku a můžeme přistoupit ke konečnému nastavení zdroje. Běžec potenciometru P1 nastavíme do levé polohy (běžec na napětí  $U_R$ ), odporový trimr P3 nastavíme tak, aby výstupní napětí bylo kladné. Běžcem trimru pomalu otáčíme, až nastavíme nulové výstupní napětí. Běžec potenciometru P1 přemístíme do pravé krajní polohy a trimrem R4 nastavíme výstupní napětí na 25 V.

Pak nastavíme proudové omezení. Minimální proud je určen odpory rezistorů R8 a R6. (Obvykle volíme  $R_8 = 0$ ). Maximální proud nastavíme volbou R10. Běžec potenciometru P2 dáme do polohy k R10 a výběrem R10 nastavíme maximální omezující proud zdroje. Jestliže jsme nevolili  $R_8 = 0$ , musíme rezistory R8 a R10 vybírat společně, neboť jejich velikosti se navzájem ovlivňují.

Další možností, jak ovlivnit minimální proud, je vhodná volba odporu R12 a tím i kolektorového proudu T3. Máme-li např. minimální proud 24 mA, můžeme zvolit proud T3 14 mA (s ohledem na kolektorovou ztrátu). Pokud je  $h_{21ET3} = 200$ , je  $R_{12} = 14 \times 8 / 200 \text{ k}\Omega$  (viz. rov. 6). Tímto způsobem zmenšíme minimální proud zdroje na 10 mA.

Na závěr nastavíme indikaci proudového omezení. Ke zdroji připojíme zatěžovací odpor a ovládací prvky nastavíme provozní podmínky těsně na začátek

omezení proudu. Trimrem P5 seřídíme indikaci tak, aby právě v tomto okamžiku zapínala. Po překontrolování proudové pojistky při sepnutém spínači S, kdy zdroj musí při přetížení vypnout, je celý stabilizovaný zdroj nastaven.

Stupnice napětí u P1 je lineární, kdežto stupnice u P2 je nelineární a zhušťuje se směrem k větším proudům. Tato stupnice lze využít k měření proudů. Otáčením knoflíkem potenciometru P2 zjistíme počátek proudového omezení a tím i proud, odebraný ze zdroje. Všechny stupnice zdroje cejchujeme samostatně, neboť i lineární potenciometry jsou vyrobeny s určitými odchylkami a úhel natočení běžce neodpovídá přesně změně odporu.

### Možné chyby při stavbě a varianty konstrukce

Při stavbě stabilizovaného zdroje se můžeme dopustit těchto základních chyb:

- špatná polarita výkonových diod KY930, KY940, KY950;
- špatná orientace pouzdra IO MAA723H;
- chybné připojení P1;
- špatně zapojená dioda D6;
- malé závěrné napětí tranzistorů T1 až T4;
- nepropojení čtyřvodičového spoje na výstupní svorky.

Zapojení stabilizovaného zdroje lze snadno obměňovat pro různé druhy použití. Lze ho použít ke stabilizaci jednoho napětí; v tom případě můžeme pro nast-

vení žádané hodnoty použít trimry namísto P1, P2 a zapojit je přímo na desku s plošnými spoji. Na desce lze použít trimry s roztečí 5 a 10 mm v provedení naležato i nastojato.

Některé ochranné obvody můžeme vynechat; např. D7, D8; D6; D2, D3, D4. Proudovou zátěž tvořenou tranzistorem T3 můžeme vynechat a nahradit ji odporem.

Nebudeme-li používat indikaci proudového přetížení, můžeme tuto část desky plošného spoje odštípnout.

### Technické údaje naměřené na vzorku

Pokud jsou naměřené hodnoty rozdílné pro levý a pravý zdroj v přístroji, jsou odděleny zlomkovou čarou. Levý a pravý zdroj jsou „galvanicky“ odděleny a mají společný pouze napájecí transformátor.

#### Naměřené hodnoty:

Výstupní napětí: 0 až 25 V.

Maximální proud:  
krátkodobě 2 A,  
dlouhodobě 1 A.

Rozsah omezení proudu (+ indikace přetížení s možností vypnutí zdroje):  
40 mA až 2 A/50 mA až 2 A.

Zvlnění výstupního napětí:  
naprázdno 0,2 mV/0,3 mV,  
při 1 A 0,6 mV/0,3 mV.

Vnitřní odpor zdroje: 13 mΩ/5,5 mΩ.

Stabilita výstupního napětí naprázdno za 1 hodinu při  $U_2 = 10$  V:  
střední odchylka 2,3 mV.

### Seznam součástek

Rezistory (TR 112a, TR 151 apod.)

R1	10 kΩ
R2	39 kΩ
R3	8,2 kΩ
R4	3,9 kΩ
R5	39 kΩ
R6, R6'	3,9 Ω
R7	1,2 kΩ
R8	viz text
R9	1,2 kΩ
R10	viz text
R11	10 Ω
R12	viz text
R13	podle typu měřidla
R14	6,8 kΩ
R15	100 kΩ
R16	560 kΩ

R17	12 kΩ
R18	4,7 kΩ
R19	4,7 kΩ
R20, R21	není třeba zapojovat, slouží k jemnému nastavení indikace

#### Trimry a potenciometry:

P1	5 kΩ, lineární, TP 280
P2	2,5 kΩ lin., TP 280 nebo drátový typ
P3	10 kΩ
P4	1 kΩ
P5	1,5 MΩ nebo 1 MΩ
Trimry P3, P4, P5 jsou libovolné s roztečí 5 nebo 10 mm v provedení naležato nebo nastojato.	

#### Kondenzátory:

C1	5000 μF/50 V, TC 937
C2	100 μF/70 V, TE 988
C3	20 μF/70 V, TE 988
C4	470 pF, keramický
C5	27 pF, keramický

#### Polovodičové součástky:

D1	KZ260/6V8
D2, D3, D4	Zenerovy diody se součtem Zen. napětí 40 V (typy KZ 260) KY130/80 KZ260/12 KY940/80 KY930/80 GA201 KZ260/12 KA501 LQ113 KY950/80 KY940/80 KF507 KD502 nebo jiný výkonový typ s $U_{CE} > 40$ V KC507 KC507 pokud je použit – viz text MAA723H nebo ekvivalent MAA741C nebo ekvivalent
D5	
D6	
D7, D8	
D9, D10	
D11	
D12	
D13	
D14	
D15, D16	
D17, D18	
T1, T2	
T3, T4	
T5	
IO1	
IO2	

#### Ostatní součástky:

Tr	transformátor 200 VA 220 V/30 V, 30 V
Po1	pojistka 2 A + držák
Po2	pojistka primární 1 A + držák pojistky izolované zdířky 4 ks

### Stabilizovaný zdroj SZ I

Na základě zkušeností se stabilizovaným zdrojem SZ II byl navržen stabilizovaný zdroj SZ I. Jeho základní činnost je stejná jako u předchozího typu; některé změny zlepšují parametry zdroje. Schéma zapojení je na obr. 7.

U Zenerovy diody D1 je umístěn tranzistor T3, který tuto diodu zkratuje, je-li napětí  $U_2$  větší, než je napětí určené dělicím poměrem rezistorů R9 a R10 (asi 18 V). Tím lze dosáhnout vyššího maximálního výstupního napětí. Kondenzátor C3 zabraňuje rozkmitání stabilizátoru.

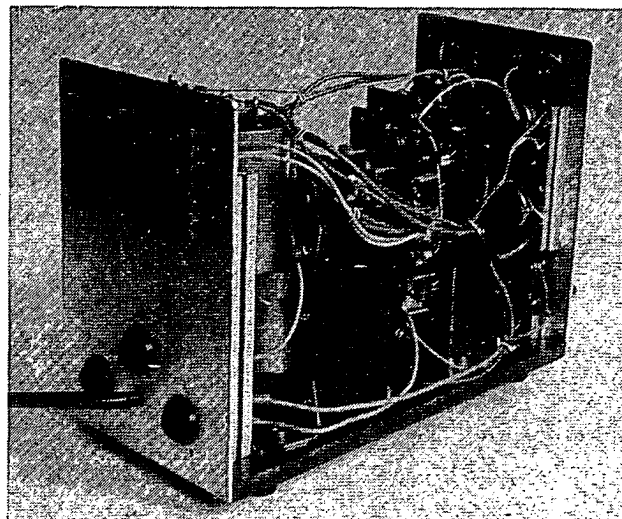
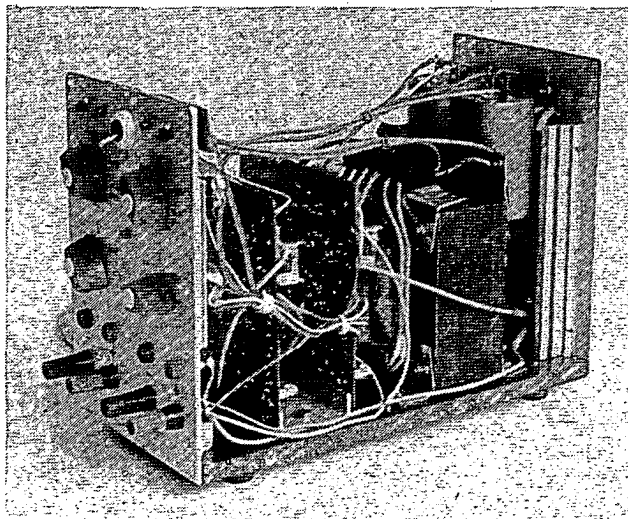
Obvod proudové ochrany zdroje využívá vnitřního tranzistoru IO1 (rychlá pojistka); úbytek napětí pro tento tranzistor se snímá na rezistoru R6. Hlavní omezení proudu je řízeno IO2. Na jeho invertující vstup se přivádí napětí z bodu před rezistorem R13 spolu s napětím, nastaveným na logaritmickém potenciometru P2. Pokud je napětí na invertujícím vstupu IO2 kladné (malý proud), výstup IO2 je záporný. Proudová pojistka není v činnosti. Je-li napětí na invertujícím vstupu operačního zesilovače nulové, integrovaný obvod otevírá tranzistor T5, který omezuje budičský proud do výkonových tranzistorů IO1 a tím zmenšuje výstupní napětí zdroje. Zároveň se otevírá i tranzistor T6, který rozsvítí diodu D20. Trimmer P3 slouží k nastavení minimálního proudu. Maximální omezující proud je dán poměrem odporu rezistorů R15, R16. Diody D21 slouží k ochraně obvodu.

Při sepnutí spínače S zavedeme do obvodu kladnou zpětnou vazbu v případě, že výstup IO2 je kladný (tj. je-li proudová pojistka v činnosti). Vlivem kladné zpětné vazby je IO1 ve stavu, při němž je na výstupu kladné napětí, které způsobuje, že výstupní napětí zdroje se zmenší až na nulu. Tento stav je trvalý a je indikován diodou D20. Pojistku vybavíme rozpojením spínače S.

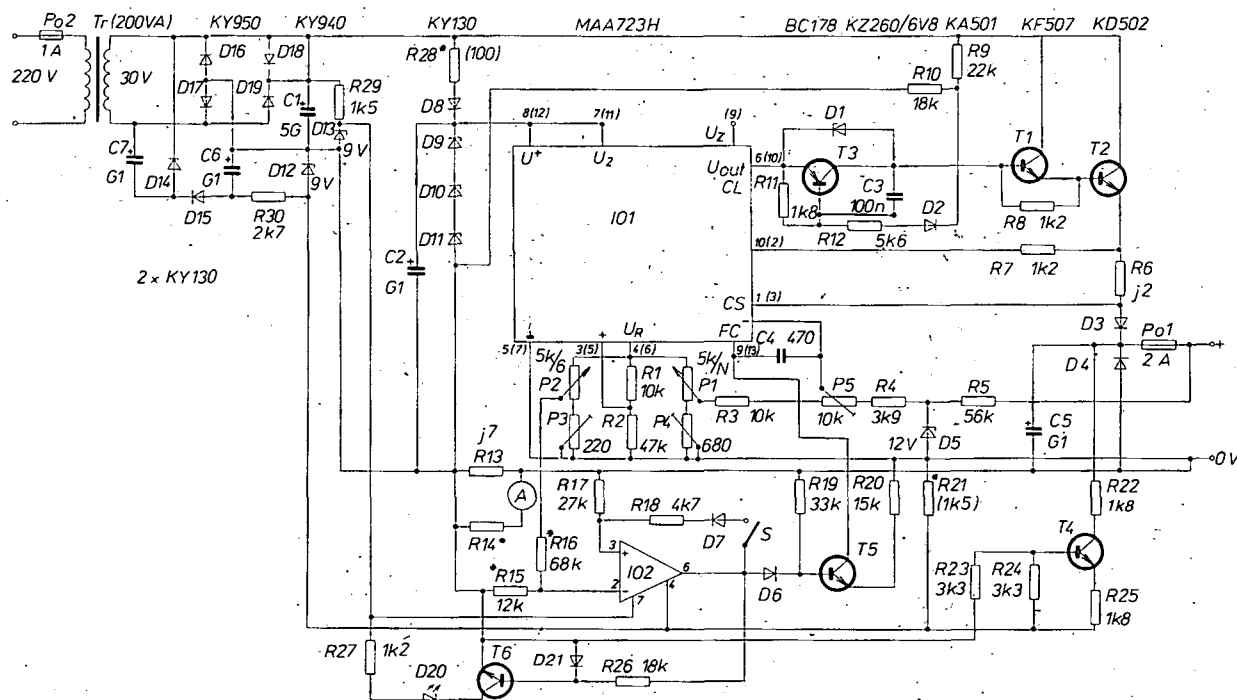
Stejně jako u předchozího zdroje, je třeba i tento zdroj trvale zatěžovat určitým proudem. K tomu slouží tranzistor T4. Je napájen z násobiče napětí, jehož výstupní napětí je stabilizováno diodou D12. Pracovní bod tranzistoru T4 je nastaven tak, aby kolektorový proud byl asi 2 mA. Rezistor R22, zapojený v obvodu kolektoru T4, chrání tranzistor před přepětím, které by případně mohlo působit na výstup stabilizátoru zvlněnkou.

### Mechanická konstrukce

Mechanická konstrukce je obdobná konstrukci zdroje SZ II. Všechny výkonové součástky, tj. diody D3, D4; D16, D17; D18, D19 a T2 musí být chlazeny. Rezistor R13 je zhotoven tak, že je odporový drát přímo navinut na desce s plošnými spoji. Jeho odpor by měl být menší než 1 Ω. Deska s plošnými spoji je na obr. 8.



Obr. 6. Pohled na zdroj SZ II bez kryty zepředu (vlevo) a zezadu (vpravo)



Obr. 7. Schéma zapojení typu SZ I

LQ113 KC508 KA501 MAA741C KA501 KA501 KC507

KC507 2x KY940

## Oživení

Elektrické nastavení je obdobné jako u předchozího zdroje. Po kontrole všech napájecích napětí (+9 V, -9 V, +40 V) změříme změny napětí na P1 a P2. P1 nastavíme na nulové výstupní napětí a trimrem P5 nastavíme přesně nulové výstupní napětí. Trimrem P4 nastavíme výstupní napětí na 30 V, přičemž musí být běžec P1 nastaven v krajní poloze směrem k tomuto trimru.

Minimální proudové omezení nastavíme trimrem P3 a maximální proudové omezení vzájemným poměrem odporů R15, R16. Tím je nastavení zdroje skončeno.

## Možné chyby při stavbě

Při stavbě stabilizovaného zdroje se můžeme dopustit obdobných chyb jako byly chyby, uvedené u předešlého zdroje SZ II; kromě toho mohou být chybně zapojeny P2 nebo Zenerovy diody.

## Použití

Použití stabilizovaného zdroje SZ I je stejné jako u zdroje SZ II. Opět je možno zdroj zjednodušit vynecháním některých obvodů. Pohled na zdroj SZ I bez krytu je na obr. 9.

## Technické údaje naměřené na vzorku

Pokud jsou naměřené hodnoty rozdílné pro levý a pravý zdroj v přístroji, jsou odděleny zlomkovou čarou.

### Naměřené hodnoty:

Výstupní napětí: 0 až 30 V.  
Maximální proud: krátkodobě 2 A, dlouhodobě 1 A.  
Omezení proudu (+ indikace přetížení s možností vypnutí zdroje): 5 mA až 2 A.

### Zvlnění výstupního napětí:

naprázdno 0,6 mV/0,3 mV,  
při 1 A 0,7 mV/0,5 mV.

### Výstupní odpor:

1,2 mΩ/7 mΩ.

Stabilita výstupního napětí naprázdno za 1 hodinu při  $U_2 = 10$  V:  
střední hodnota odchylky 1,183 mV.

## Použité součástky

Rezistory (typu TR112a, TR151, není-li uvedeno jinak)

R1, R3	10 kΩ
R2	47 kΩ
R4	3,9 kΩ
R5	56 kΩ
R6	0,2 Ω, odpor drát
R7, R8	1,2 kΩ
R9	22 kΩ
R10	18 kΩ
R11	1,8 kΩ
R12	5,6 kΩ
R13	0,7 Ω, odporový drát
R14	podle měřidla
R15	12 kΩ
R16	68 kΩ
R17	27 kΩ
R18	4,7 kΩ
R19	33 kΩ
R20	15 kΩ
R21	1,5 kΩ (kompenzace napájecího proudu IO1, není nezbytně nutná)
R22	1,8 kΩ
R23	3,3 kΩ
R24	3,3 kΩ
R25	1,8 kΩ
R26	18 kΩ
R27	1,2 kΩ
R28	100 Ω; jinak podle napájení
R29	1,5 kΩ/1 W
R30	2,7 kΩ

### Trimry a potenciometry:

P1	5 kΩ, lin., nebo 2,5 kΩ, typ TP 280
P2	5 kΩ, log., TP 280
P3	220 Ω, TP 110, TP 040
P4	680 Ω nebo 1 kΩ, TP 110, TP 040
P5	10 kΩ, TP 110

### Kondenzátory:

C1	5000 μF/50 V, TC 937
C2	100 μF/70 V, TE 988

C3	100 nF, keramický
C4	470 pF, keramický
C5	100 μF/70 V, TE 988
C6	100 μF/70 V, TE 988
C7	100 μF/70 V, TE 988

### Polovodičové součástky:

D1	KZ260/6V8
D2	KA501
D3, D4	KY940/80
D5	KZ260/12
D6, D7	KA501
D8	KY130/80
D9, D10, D11	KZ260 se součtem Zen. napětí 40 V
D12, D13	KZ260/9
D14, D15	KY130/80
D16, D17	KY950/80
D18, D19	KY940/80
D20	LQ113
D21	KA501
T1	KF507
T2	KD502 nebo jiný výkonový tranzistor s $U_{CE} > 40$ V
T3	BC178
T4, T5	KC507
T6	KC508
IO1	MAA723 H nebo ekvivalent
IO2	MAA741 C nebo ekvivalent

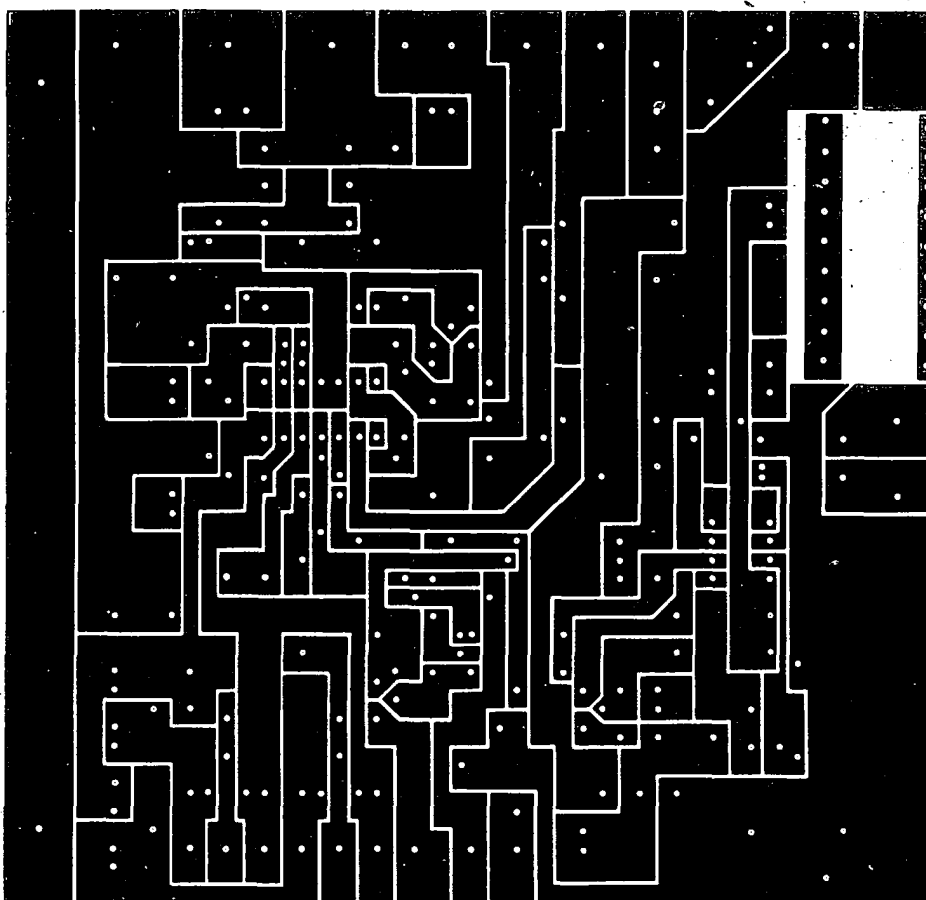
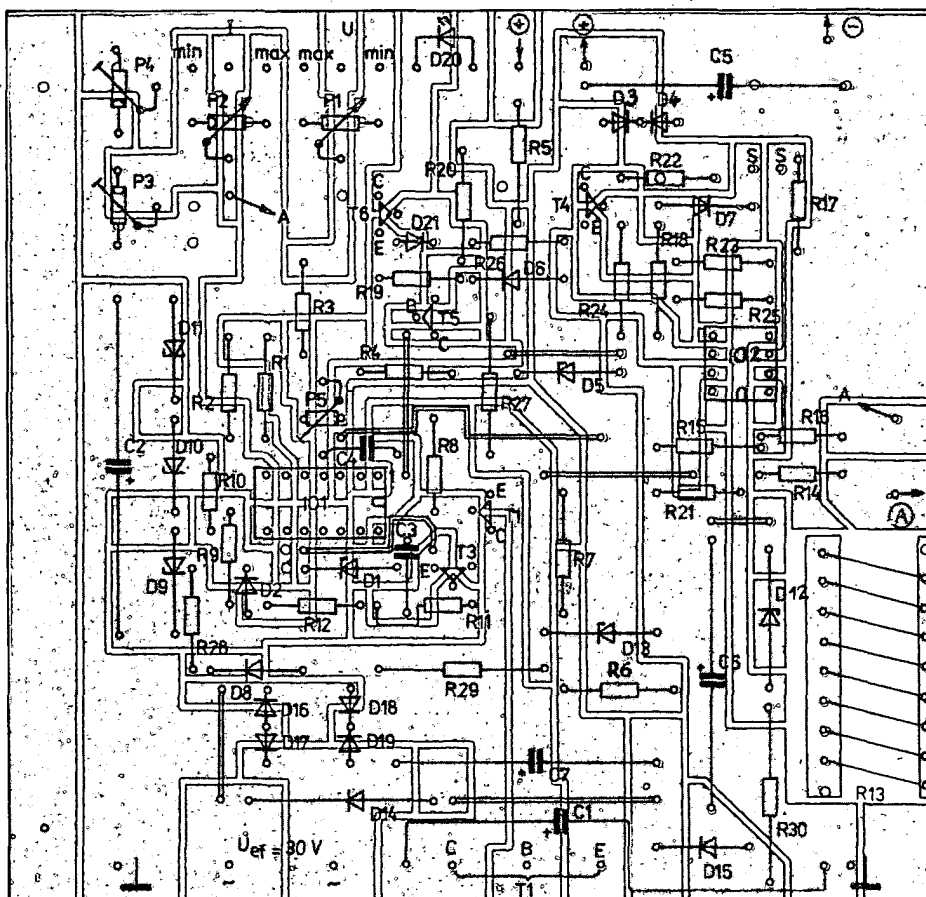
### Ostatní součástky:

Transformátor	200 VA/30 V, 30 V
Po1	pojistka 2 A + držák
Po2	pojistka primární 1 A + držák
	pojistky izolované zdířky, 4 ks

## Poznámky ke stabilizovaným zdrojům SZ II a SZ I

Konstrukce popisovaných zdrojů vycházela z továrních aplikací IO MAA723. Snímání proudu u proudové pojistky SZ II bylo převzato z [1]. Zpětná napěťová vazba u IO723 byla po úpravě převzata z [2]. Tento stabilizovaný zdroj v [2] však byl s československými součástkami nestabilní; nezbytné změny vyústily v konstrukci zdrojů SZ I a SZ II. Proudová pojistka u SZ I, indikace překročení daného proudu u SZ II a rozšíření napěťového rozsahu u SZ I jsou původní konstrukcí.

Mechanické uspořádání těchto zdrojů není popisováno podrobně, neboť zdroje

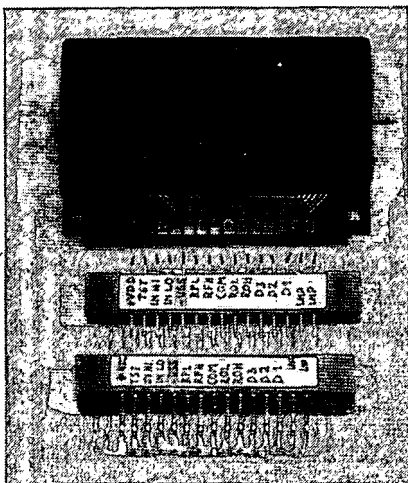


Obr. 8. Deska s plošnými spoji R110 a rozmístění součástek zdroje ZS1 (na desce dole uprostřed má být namísto T1 správně T2)

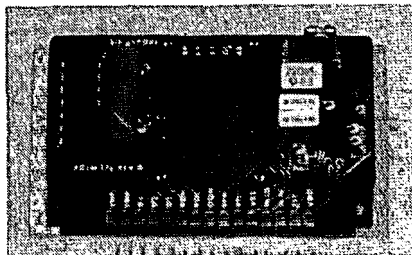
# DIGITÁLNÍ MULTIMETR v kapesním provedení

Dr. Ludvík Kellner

O digitálních multimetrech s integrovaným obvodem ICL7106 (LCD) a ICL7107 (LED) bylo již na stránkách AR uveřejněno několik článků (AR 7/1978; AR B2/1979, AR A11/1981). V zahraničí (ale i v Tuzexu) se prodává mnoho druhů DMM v kapesním formátu v podstatě se stejnými parametry a měřicími rozsahy. Všechny mají displej LCD (tekuté krystaly), napájení devítivoltovou baterií a nepatrný odběr proudu.



Obr. 1. Modul PCIM 176 s připravenými kontakty

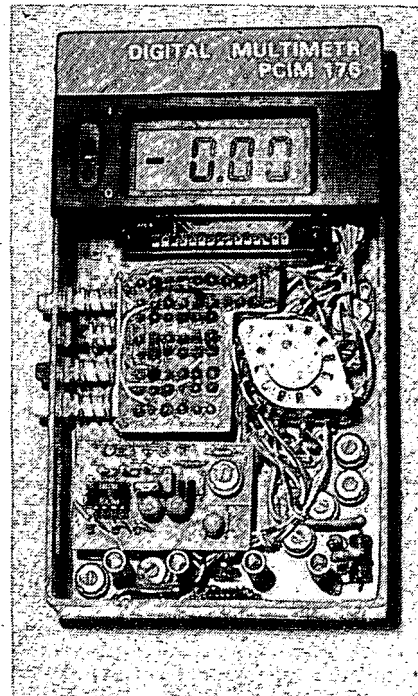


Obr. 2. Rub modulu PCIM 176

Srdcem těchto DMM byl a je většinou integrovaný obvod ICL7106 se čtyřiceti vývody. V poslední době dala však na trh firma Gummi Maag, 8600 Dubendorf, Sonnenthal Strasse 8, Švýcarsko, něco nového: modul, vlastně panelový mVmetr velikosti  $60 \times 38 \times 16$  mm (obr. 1 a 2), na jehož přední straně je displej LCD, který je připevněn k destičce s plošnými spoji s IO, nikoli však tak, jak to bývá zvykem v digitálních hodinách, ale pevně, a je zakápnut plastickou hmotou. Ostatní miniaturní součástky, jak jsou vidět na fotografii, odpovídají zapojení s ICL7106, včetně IO k řízení desetinných teček a indikaci napětí baterie. K modulu se připojí baterie a vstup a můžeme měřit. Připojíme-li k modulu vstupní děliče s přepínači, dostaneme multimetr. Modul má název PCIM176, nebo PCIM220 s většími číslice-

mi, 18,6 mm, je teplotně kompenzován a jeho displej má i symboly °C, kg, mV, mA, k, M). Odběr proudu z baterie je kolem 1,5 mA.

Tento modul přímo nutil k sestavení malého kapesního multimetru (velikost  $160 \times 90 \times 40$  mm). Výška by mohla být podstatně menší, kdyby byl k dispozici vhodný přepínač. I tak však velikost multimetru odpovídá většině zahraničních typů (obr. 3 a 4).



Obr. 3. Multimetr v otevřené krabici. Desička v dolní části je vyjmutelný lineární usměrňovač

materiálu a možnosti amatérů jsou velmi rozdílné. Popisované zdroje mají vnější rozměry  $135 \times 200 \times 300$  mm a hmotnost 7,5 kg. Vzhledem k poměrně malým rozměrům nebylo chlazení výkonových tranzistorů a diod dokonalé; proto je v technických údajích uveden trvalý maximální proud 1 A. Pokud zajistíme dostatečné chlazení součástek, náležité dimenzování snímacích rezistorů a dostatečný transformátor, můžeme zdroje použít pro proud do 3 A.

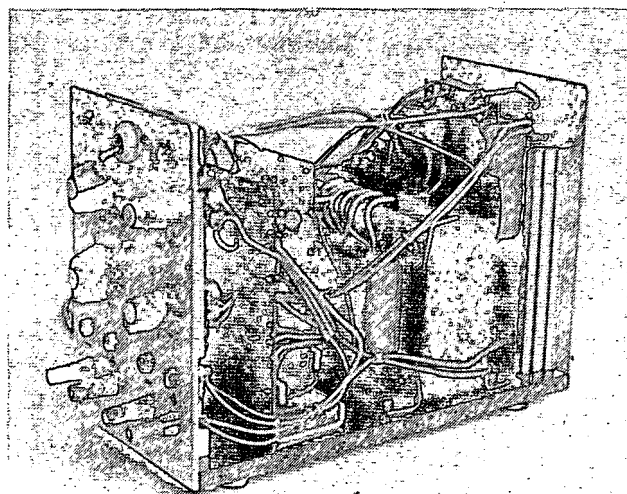
Vzhledem k tomu, že ve zdroji jsou použity vyhlazovací kondenzátory  $5000 \mu\text{F}$ , je po vypnutí zdroje na výstupu několik sekund napětí a indikační diody, včetně diody indikující síť, svítí. Je proto vhodné zapojit indikaci sítě (svítivá dioda, žárovka) přímo na sekundární vinutí transformátoru.

Uvedené zdroje byly konstruovány s ohledem na odolnost proti hrubému zacházení. Dosavadní zkušenosti s těmito

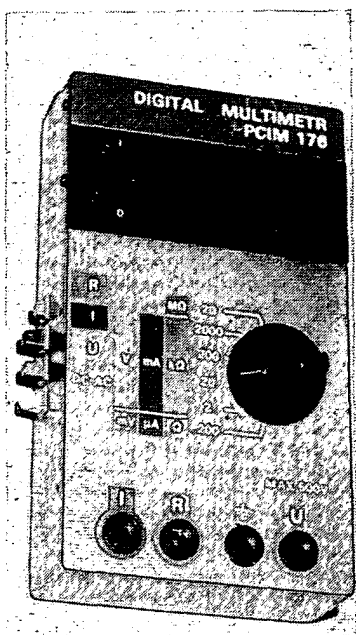
zdroji ukazují, že nešetrné zacházení snáší velmi dobře.

## Literatura

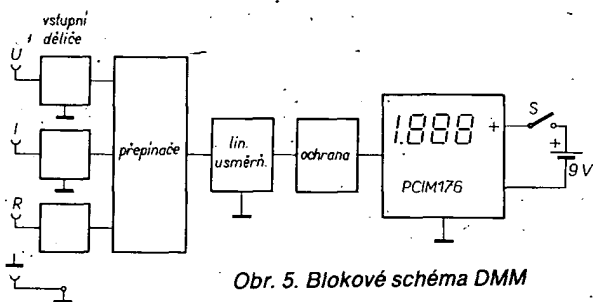
- [1] Zlepšení napěťového regulátoru s obvodem MAA723. Amatérské radio č. 1/1975, s. 11.
- [2] Stabilizátor napětí se spojitou regulací výstupního napětí v rozsahu 0 až 20 V s MAA723. Amatérské radio č. 12/1975, s. 452.



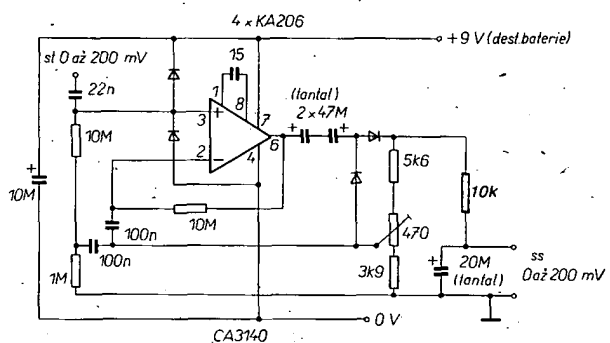
Obr. 9. Pohled na zdroj SZ I bez krytu zepředu (vlevo) a zezadu (vpravo)



Obr. 4. Hotový multimetr



Obr. 5. Blokové schéma DMM

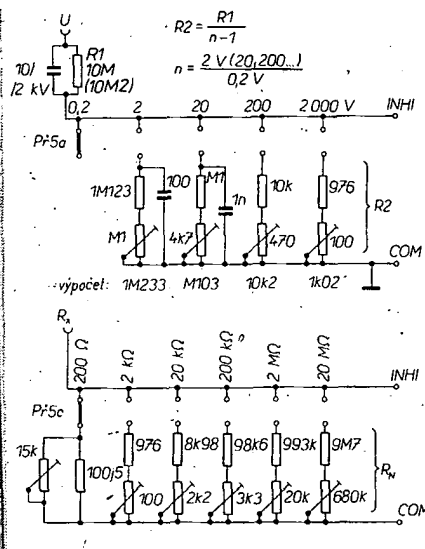


Obr. 8. Lineární usměrňovač

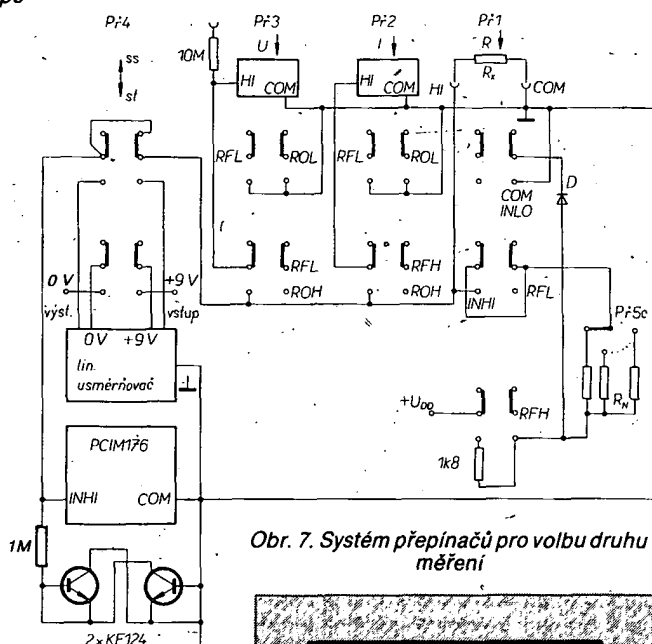
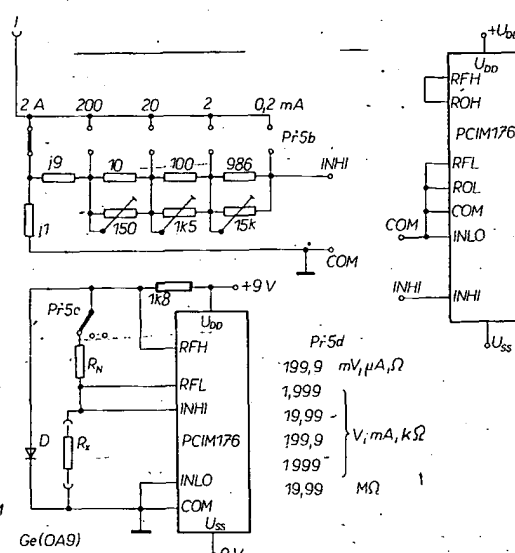
Blokové zapojení je na obr. 5. Bylo by lákavé použít jednodušší sériový dělič, ale nastavení samostatných děličů je snadnější a jejich konstrukce materiálově dostupnější.

Modul je již nastaven na cejchovací napětí 100 mV, po připojení R1 ho však musíme přecejchovat. Rezistor R1 slouží jako ochrana na všech napěťových rozsazích, ovšem za cenu zhoršení kmitočtové kompenzace.

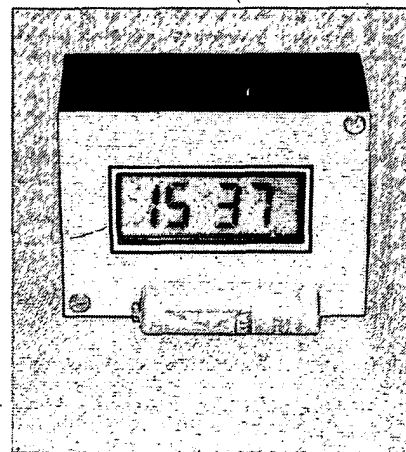
Na modulu PCIM176 jsou pájecí body značeny a vyvedeny. Jejich kombinaci při zapojení zajišťují přepínače – Isostaty, P1, P2, a P3. Na pájecí body jsou vyvedeny i desetinné tečky, jejich polohu určuje přepínač P5d, který je spojí s pájecím bodem BP (black plane). Jsou vyvedeny též kontakty pro případné automatické přepínání rozsahů (přeplnění, nedoplnění).



Obr. 6. Vstupní děliče a jejich připojení



Obr. 7. Systém přepínačů pro volbu druhu měření



Obr. 9. Hotový budík

Na obr. 6 je zapojení přepínačů pro měření napětí, proudu a odporu, P1 až P3 jsou závislé, P4 je samostatný, slouží k měření střídavého napětí a proudu (obr. 7). Spíná lineární usměrňovač podle obr. 8. Podle možnosti a dostupnosti součástek lze si zvolit i jinou variantu, viz AR č. B5/1976, AR B2/1982.

Vstup modulu je chráněn dvěma tranzistory (obr. 7), zapojenými jako diody. Tranzistory KF124 (125, 524, 525) mají velmi malý zbytkový proud, a proto nezmenšují velký vstupní odpor modulu.

Přepínač P5 je čtyřsegmentový, šestipolohový, šesté polohy je využito jen při měření odporů do 20 MΩ.

Odporů děličů by měly být stabilní, typu TR161 až 163, popř. z odporového drátu. Krabice multimetru je slepena z lakovaním.

Když už jsme u modulů, zmíním se ještě o hodinovém modulu podobného typu: PCIM175 od stejné firmy. Hodiny velikosti

60×30×10 mm jsou obdobné konstrukce (LCD) s vestavěným budíkem s několika druhy buzení a s osvětlením. Připojením jednoho tranzistoru pro oscilátor budíku, několika tlačítek a spínačů (pro nastavení, osvětlení, funkce), malého reproduktoru a napájecího článku (jedna tužková baterie) a po vestavění do malé krabice je budík hotový, jedna baterie ho může napájet rok i více. Budík je na obr. 9.



# DIGITÁLNÍ OTÁČKOMĚR SE SYNCHRONNÍM SPOUŠTĚNÍM

Ing. Oldřich Filip

**Otáčkoměry používané v automobilech pracují buď na mechanickém principu, nebo jsou elektronické s ručkovým měřidlem. V zahraničí se v posledních letech objevují též otáčkoměry s digitální indikací. Neobvyklé řešení digitálního otáčkoměru je popsáno v následujícím příspěvku.**

Princip činnosti digitálního otáčkoměru je shodný s digitálními měřiči kmitočtu. Z časového normálu je odvozen hradlovací interval, v jehož průběhu mění vstupní impulsy stav čítačích dekád (obr. 1). Po ukončení hradlovacího intervalu zůstane dekáda ve stavu, který odpovídá počtu vstupních impulsů a pomocné obvody generují přepisovací a nulovací impulsy. Přepisovací impuls přepíše stav čítače do paměti, jejíž stav je zobrazován na displeji. Po ukončení přepisovacího impulsu generují pomocné obvody nulovací impuls, který vynuluje čítač a připraví jej pro další hradlovací interval. Použití paměti mezi čítačem a displejem je nutné proto, že výstupy čítače nesou jen relativně krátkou dobu informaci, která odpovídá správnému údaji na displeji a v ostatním čase se stav čítače mění (čítá a nulu-

deli, který by přerušoval paprsek dopadající na fotočlánek. Tím by byl zajištěn i vyšší kmitočet vstupních impulsů, ovšem za cenu zbytečné komplikace konstrukce. V praxi zcela postačuje měřit na dvě platné číslice, takže celá tato náročná úprava by nakonec nepřinesla zásadní zlepšení.

V měřičích kmitočtu bývá hradlovací interval odvozen od kmitočtu oscilátoru řízeného krystalem. Pro náš účel by však, vzhledem k požadované přesnosti, bylo toto řešení zbytečným přepychem. Postačí, bude-li hradlovací interval odvozen od kmitočtu multivibrátoru či monostabilního klopného obvodu.

Na obr. 2 je naznačen případ, kdy perioda vstupních impulsů není celistvým podílem hradlovacího intervalu. Taková

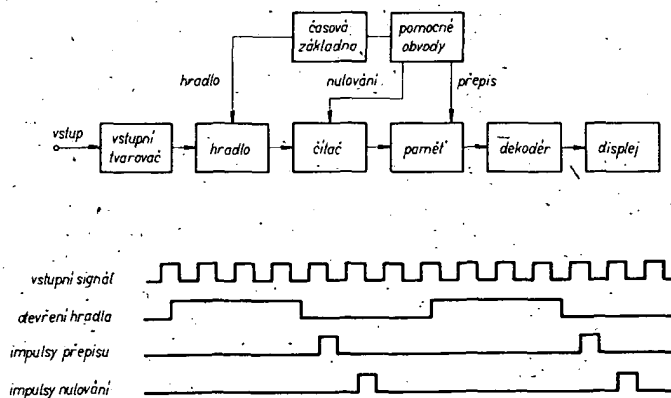
situace je za provozu téměř trvalá a má za důsledek, že se výsledný stav poslední dekády čítače v jednotlivých po sobě jdoucích hradlovacích intervalech liší o jednotku. Čítač totiž reaguje na sestupné hrany vstupních impulsů a (jak vyplývá z obr. 2) na vstup čítače může během hradlovacího intervalu přijít nestejný počet sestupných hran. To se projevuje nepravidelnou změnou poslední číslice na displeji o jednotku a bývá to označováno jako chyba plynoucí z principu měření kmitočtu čítačovou metodou.

Chybě čítačové metody se lze vyhnout, bude-li počátek hradlovacího intervalu synchronizován vstupními impulsy (obr. 2). V tom případě začne hradlovací interval vždy ve stejném okamžiku vstupního signálu (např. s nástupní hranou) a proto také skončí vždy po uplynutí stejného počtu sestupných hran vstupního signálu. Blokové schéma zařízení, které pracuje podle popsaného principu, je na obr. 3. Blok ovládání časové základny zajišťuje, že základna spustí v okamžiku příchodu vstupního impulsu a pak znemožní nové spuštění až do doby, než dozní impulsy hradla (H), přepisu (P) a nulování (N). Teprve koncem impulsu N se blok ovládání uvolní a je připraven, aby základnu při příchodu nejbližšího vstupního impulsu znovu spustil.

Zapojení otáčkoměru je na obr. 4, časový diagram činnosti jeho obvodů na obr. 5. Po zapnutí napájecího napětí se čítač IO2 dostane do náhodného stavu, např. 2 (0010). Hradlo IO3a vyhodnotí tento stav a přes IO3b odblokuje IO1b multivibrátor IO1c a IO1d. Impulsy z multivibrátoru jsou vedeny do čítače IO2 a na jeho výstupech se postupně objevují čísla v kódu BCD podle následující tabulky.

	D	C	B	A
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

Po dosažení stavu 8 se změna úrovně na výstupu D přenesou derivačním členem C3 a R9 na inventory IO3c a IO3d, které ovládají přepisovací vstup paměti. Přepisovací impuls musí skončit dříve, než nastane stav 9 čítače, což je zajištěno krátkou časovou konstantou derivačního členu (asi 20 μs). Stav 9 je vyhodnocen

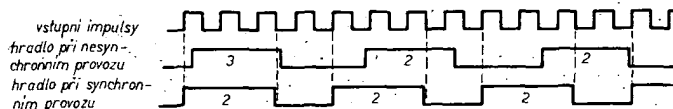


Obr. 1. Princip měření kmitočtu (a), časové průběhy signálů (b)

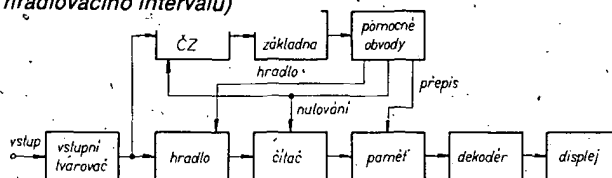
je), takže údaj na displeji by nebylo možno číst.

Elektronické otáčkoměry snímají obvykle počet rozpojení kontaktů přerušovače, což je jednoduché, vstupní impulsy stačí tvarovat jednoduchým obvodem (obvykle monostabilním klopným obvodem). Jediným omezením je to, že má údaj otáčkoměru jen dvě platné číslice (tisíce a sta otáček). Vstupní impulsy mají totiž relativně nízký opakovací kmitočet a vyžadujeme-li, aby údaj otáčkoměru byl okamžitý (nesmí mít při změně rychlosti otáčení zpoždění), musí být doba, za níž se měření opakuje, kratší než asi 0,5 s, raději však ještě méně. Během této doby však z přerušovače přijde příliš málo impulsů, takže nenaplní více než dvě dekády čítače.

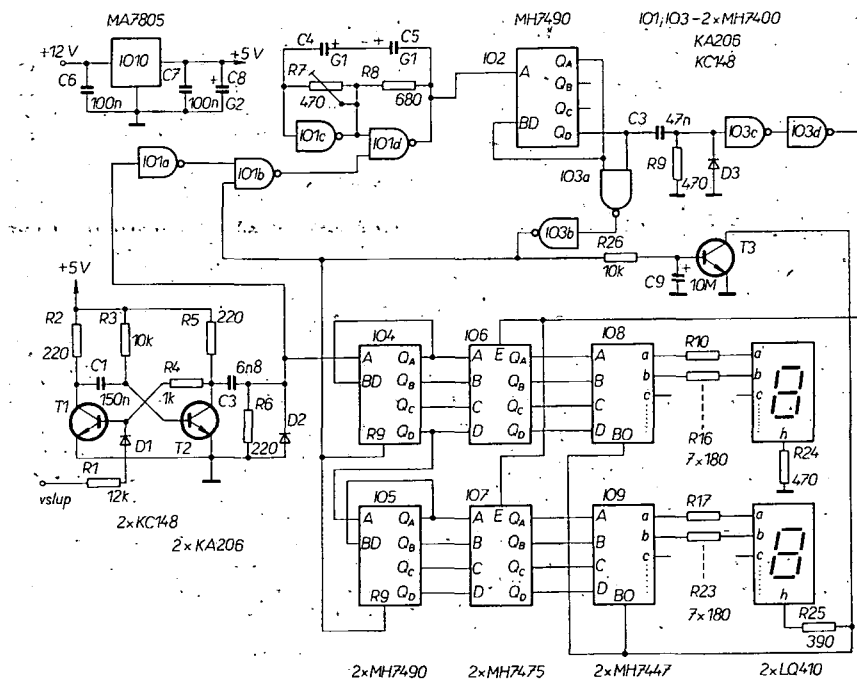
Vstupní impulsy by bylo možno získávat i jinak, například pomocí kotouče s clonkami, upevněného na klikovém hří-



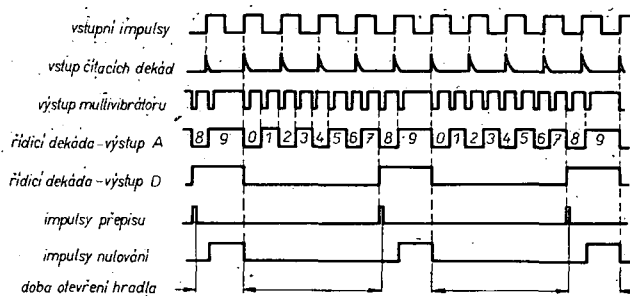
Obr. 2. Časové průběhy hradlovacích impulsů (číslíčky znamenají počet sestupných hran vstupních impulsů během hradlovacího intervalu)



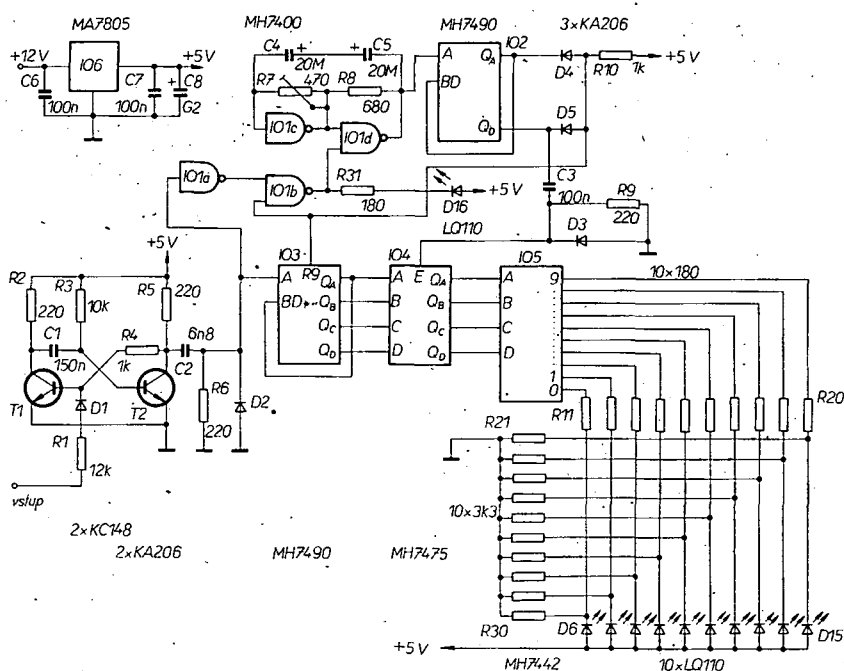
Obr. 3. Blokové schéma otáčkoměru



Obr. 4. Schéma zapojení otáčkoměru



Obr. 5. Časový diagram činnosti otáčkoměru



Obr. 6. Jednoduchá varianta otáčkoměru

hradlem IO3a a vynuluje číselné dekády. Přesněji řečeno: nastaví je do stavu 99 a tím je připraví pro hradlovací interval. Zároveň výstup IO3b zablokuje multivibrátor. V tomto stavu, kdy všechny čítače jsou nastaveny do stavu 9, čeká otáčkoměr na nejbližší vstupní impuls. Při nejbližším rozpojení přerušovače překlopí monostabilní klopný obvod tvořený T1 a T2 a derivační člen přenese krátký impuls, jehož nástupní hrana odblokuje multivibrátor a sestupná hrana překlopí čítače IO4 a IO5 do stavu 0000. Od tohoto okamžiku budou čítače IO4 a IO5 počítat vstupní impulsy. Ihned při rozběhu multivibrátoru se též změní stav IO2 na 0000 a tím se přes IO3a a IO3b udrží multivibrátor odblokován až zase do okamžiku, kdy IO2 nabude stavu 9.

Přepisovací impuls přichází na paměti v čase, kdy čítače IO4 a IO5 ještě počítají. To však není na závadu, protože paměti uchovávají ten stav, který je na jejich vstupech při sestupné hraně přepisovacího impulsu. Hradlovací interval je tedy doba od příchodu vstupního impulsu do sestupné hrany přepisovacího impulsu, tedy asi 20  $\mu$ s po dosažení stavu 8 na IO2.

Hradlovací interval u této varianty otáčkoměru trvá asi 0,3 s. V této době musí proběhnout osm kmitů multivibrátoru, takže jeho kmitočet musí být 27 Hz.

Ke stabilizaci napájecího napětí je použit integrovaný obvod MA7805, kondenzátory C6 a C7 jsou připojeny přímo na jeho vývody a odstraňují případnou nestabilitu obvodu.

Při chodu motoru svítí desetinná tečka mezi číslicemi, při jeho samovolném zastavení displej zhasne a rozsvítí se desetinná tečka na jeho levé straně. Pokud tuto indikaci chodu motoru nepožadujeme, vynecháme T3 a příslušné pasivní součástky.

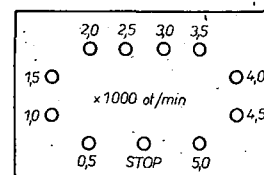
Otáčkoměr ocejchujeme nejsnáze napětím síťového kmitočtu (asi 5 V), které přivedeme na jeho vstup. Trimr R7 nastavíme tak, aby displej ukazoval 1500 ot/min (pokud jde o čtyřdobý čtyřválec). Pro jiné motory nastavíme na displeji číslo

$$n = 1500 \frac{a}{b}$$

kde  $n$  je údaj displeje v ot/min,  
 $a$  počet dob motoru,  
 $b$  počet válců motoru.

Vzorec platí pro kmitočet 50 Hz.

Z ekonomických důvodů jsem vyzkoušel i druhou, jednodušší variantu otáčkoměru, jejíž schéma je na obr. 6. Místo číslicovek LQ410 jsou zde použity diody LQ110 uspořádané v řadě, nebo do obdélníku podle obr. 7. Funkce obvodů je podobná jako u složitější varianty, liší se však kmitočet multivibrátoru časově základny, který je asi 133 Hz a hradlovací interval tedy trvá asi 0,06 s. Odpory R21 až R30 způsobují, že diody trvale nepatrně svítí, což usnadňuje orientaci na displeji



Obr. 7. Příklad uspořádání displeje u jednoduché varianty

# Senzorový spínač

Jiří Macháček

Základním požadavkem při návrhu senzorového spínače bylo nepoužít síťový transformátor a zajistit co nejmenší spotřebu spínače, která nepřesahuje 1,5 mA. Spínač podle obr. 1 dovoluje spínat proudy až 0,4 A při maximálním úbytku napětí 3 V.

Spínač se do sepnutého stavu uvádí přivedením brumového napětí na rezistor R3 z dotykové plošky. Spínač se otevře tranzistory T1 a T2 a též tyristor Ty. Oba

tranzistory pak zůstávají trvale v otevřeném stavu a zajišťují tak i trvalé otevření tyristoru. Tyristor tak zajistí vodivost diodového můstku z diod D2 až D5 a tím spíná zátěž Rz.

Přivedeme-li brumové napětí na odpor R8, otevře se tranzistor T3. Tím se báze tranzistoru T1 stane kladnější než jeho emitor, tranzistory T1 i T2 se uzavřou a uzavře se i tyristor. Spínač se tedy vypne. Odpor R4 a R7 lze nastavit citlivost zapínání a vypínání spínače. Kondenzátor C1 zabraňuje rušení a při zapnutí sítě nastavuje spínač do vypnutého stavu.

Na obr. 2 je deska s plošnými spoji. Umístil jsem ji do krabice pro povrchovou instalaci zásuvek. V této krabici je třeba odstranit výstupek, sloužící původně k přišroubování svorkovnice. Deska s plošnými spoji je do krabice volně vložena a utěsněna molitanem. Dotykové plošky jsem vytvořil z nýtů, které jsou z vnitřní strany připevněny připájením podložky. Vše je třeba předem dobře ocínovat, abychom mohli pájet krátce.

Jinak vzniká nebezpečí, že tepelně zdeformujeme plastickou hmotu. Desku s plošnými spoji můžeme též umístit přímo do přístroje, který chceme senzorově ovládat.

Citlivost senzorového spínače závisí též na tom, který síťový přívod je na fázovém vodiči. V případě, že po zapnutí dotykem prstu spínač po chvíli samovolně vypne, je třeba zmenšit odpor R2. Přívody k dotykovým ploškám nesmějí být delší než asi půl metru! Na desce s plošnými spoji je místo pro rezistory R1 a R8, tyto rezistory jsem však v konečném provedení umístil tak, že jeden konec jsem zapájei do desky a druhý konec jsem vedl přímo na dotykovou plošku, protože případný svod na desce by mohl nejen ovlivnit funkci zařízení, ale i ohrozit bezpečnost obsluhujícího.

## Seznam součástek

### Rezistory

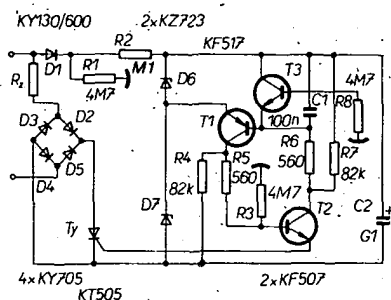
R1, R3, R8	4,7 MΩ, TR 241
R2	0,1 MΩ, TR 107
R4, R7	82 kΩ, TR 151
R5, R6	560 Ω, TR 151

### Kondenzátory

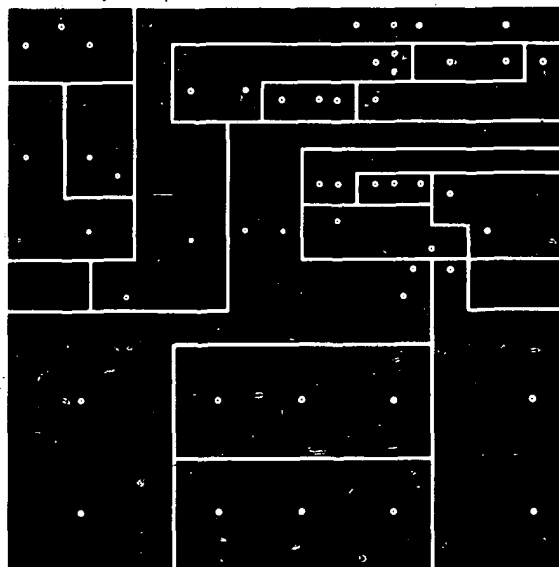
C1	0,1 μF, TK 782
C2	100 μF, TE 986

### Polovodičové součástky

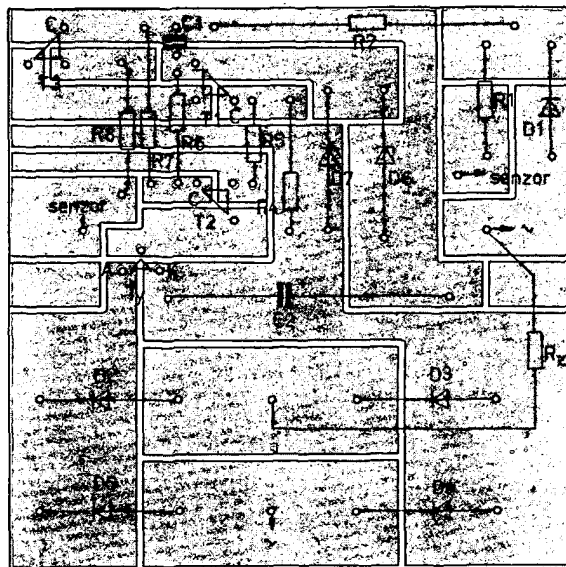
D1	KY130/600
D2 až D5	KY705, KY725
D6, D7	KZ723
T1	KF517
T2, T3	KF507
Ty	KT505



Obr. 1. Schéma zapojení



Obr. 2. Deska s plošnými spoji



v noci. Dioda D6 se rozsvěcí v rozsahu otáček 1 až 500, poslední dioda D15 indikuje 4500 až 5000 ot/min. Při překročení této rychlosti svítí opět D6 atd. Na uživateli záleží, na kterou pozici osadí D6, protože motor se málokdy otáčí pomaleji než 500 ot/min. Proto je lepší osadit D6 jako poslední za D15 a získat tak indikaci do 5500 ot/min. Dioda D16 indikuje, že se motor při zapnutí zapalování zastavil a lze ji vynechat. IO3 lze beze změny nahradit typem MH7493 a IO5 typem MH74154, přidat šest diod a získat tak rozsah měření až do 8000 ot/min.

Připomínám, že se tento článek nezabývá mechanickou konstrukcí, neboť zde záleží na možnostech i názoru zájemců. Nepopisují též podrobně postup oživení, protože funkce jednotlivých obvodů je dostatečně popsána v textu.

## Čtenáři – konstruktéři!

Nezapomeňte, že stejně jako v předešlých letech, také pro rok 1984 vypisuje redakce časopisu Amatérské rádio.

## KONKURS AR '84

jehož podrobné podmínky přineseme v AR 2/1984. Nejlepší konstrukce čeká odměna

# Třípásmový minibeam

# G4ZU

Kompaktní anténní systém pro pásma 14, 21, 28 MHz  
a pro pásmo občanských stanic 27 MHz [3]

Petr Nedbal, OK1PN

Pro městského radioamatéra je vždy velkým problémem volba vhodné antény. Při výběru hraje roli hned několik limitujících činitelů, které nedávají mnoho možností na výběr. Jednoduché i složitější drátové antény jsou buď málo účinné, nebo směrově omezené a zejména budi neřádnou pozornost laické veřejnosti a obavy z rušení rozhlasu nebo TV. Daleko menší pozornost kupodivu budí směrové systémy na vyšší amatérská pásma, které mají určitou podobnost s TV anténami. Ovšem většina z nich se vyznačuje ohromujícími rozměry, náročnou konstrukcí, ale také pěknými zisky. Snad každý z nás, který se trochu rozhlédl po DX pásmech, ví, že bez antény yagi, beam nebo quad se skoro neuplatní. Nebo musí pronikavě zvýšit výkon PA a tím víc spotřebovávat energii, rušit, atp.

Jak z této situace? Volba jednopásmové antény typu yagi nebo úspěšnější HB9CV je sice dobrá, ale které pásmo zvolit a co na ostatních pásmech? Zhotovení třípásmového beamu (o quadu už nemluvíme vůbec) klade nesmírné požadavky na mechanické provedení, třeba jen balunů, a manipulace s tímto monstrem na komínové lávce činžovního domu a nastavování na jednotlivých pásmech směle konkuruje scénám z moderních katastrofických filmů. Tímto vzdávám hold těm, kterým se to podařilo a mohou číst tyto řádky ve zdraví s námi.

Nezbývalo tedy nic jiného, než hledat v literatuře i na pásmech. A podařilo se mi nalézt směrovou anténu s velmi dobrými parametry vhodnou pro provoz na městském domě. Jedná se o výkonný anténní systém, zkonstruovaný G. A. Birdem, G4ZU, určený pro provoz v amatérských pásmech 14, 21 a 28 MHz a také v pásmu občanských stanic 27 MHz. Jeho výhodou je maximálně jednoduchá konstrukce z hlediska mechanického provedení i elektrického zapojení, snadné nastavování v pracovní poloze a zisk srovnatelný s obdobnými jednopásmovými anténami.

Při konstrukci minibeamu byl věnován velký důraz na minimalizaci rozměrů a váhy při zachování optimálního zisku. Podařilo se vytvořit tříprvkový systém vhodný pro hustou městskou zástavbu, se kterým je možno manipulovat na komínových lávkách starších činžovních domů, bez instalace anténních věží nebo robustních rotátorů.

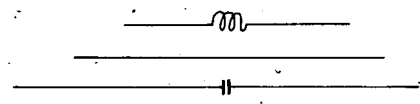
Nejdelší prvek je dlouhý 7,2 m a váha minibeamu je 5 až 7 kg podle použitého materiálu. Svodem je TV dvoulinka, při větších výkonech než 150 W dvoudrátové vedení o impedanci 300 až 450  $\Omega$ , které je připojeno na automatický anténní člen, spojený s vysílačem souosým kabelem 75  $\Omega$  libovolné délky. Veškeré nastavování a přizpůsobení antény je tedy možné dělat pod anténou, která je v pracovní poloze. Tím nedochází ke změnám nastavených hodnot způsobeným přestavením antény do pracovní polohy a ve většině případů můžeme umístit anténní člen na půdě a nebo i v blízkosti vysílače.

Minibeam se skládá ze tří základních prvků – zářiče, reflektoru a direktoru. Zářič a reflektor jsou uprostřed dělené, reflektor je z jednoho kusu vodiče. Na 28 MHz pracuje systém jako pětprvkový

souřadový beam – dva vedle sebe se společným direktorem, na 21 MHz pracuje jako tříprvkový beam s prodlouženým zářičem, s mírně větším ziskem, než má klasický tříprvkový beam [3]. Na 14 MHz pracuje systém jako dvuprvkový beam. Toto řešení je voleno jako kompromis z hlediska rozměrů a váhy antény.

## Popis antény

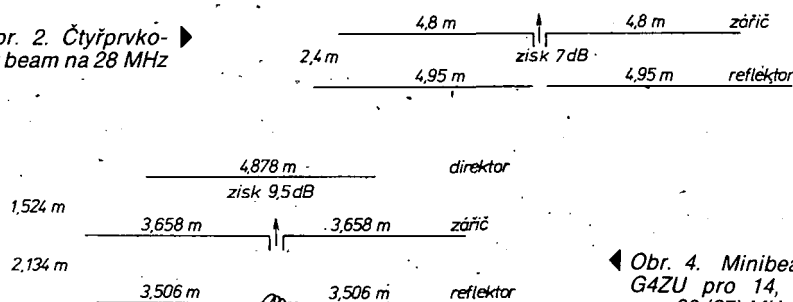
Vzhled antény je poněkud netypický a zejména těm, kteří mají zkušenosti s anténami typu yagi, se bude na první pohled zdát, že došlo k prohození zářiče a reflektoru, a proto se trochu zastavím u popisu jednotlivých prvků.



Obr. 1. Elektrické zkracování a prodloužování prvků

Při konstrukci antény vycházel autor G4ZU ze zkušeností se stavbou svého minibeamu popsaného u nás v [1] a [2]. To znamená, že využil elektrického zkracování a prodloužování délky prvků cívkami a kondenzátory (obr. 1). Připojená cívka snižuje rezonanční kmitočet a tím elektricky prodloužuje prvek, kondenzátor působí opačně. V [1] je popsána původní anténa, kde se takto upravené prvky automaticky přepínaly pomocí čtvrtlínových dvoulinek. Tento spolehlivý způsob však

Obr. 2. Čtyřprvkový beam na 28 MHz



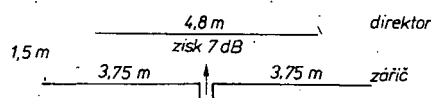
Obr. 4. Minibeam G4ZU pro 14, 21 a 28 (27) MHz

značně komplikoval konstrukci celého systému a tak odradil většinu zájemců o jeho stavbu.

Proto byla celá konstrukce změněna a pronikavě zjednodušena. Délka děleného zářiče byla zvolena 7,2 m s ohledem na výkon a impedanci antény. Dělený reflektor prodloužený cívkou a jediný direktor tvoří v pásmu 28 MHz dva půlvlnné systémy ve fázi, tedy vlastně pětprvkový beam. Na 21 MHz se zvětšila impedance antény a zvětšila se šíře pásma. Změny impedance antény při přechodu z pásma na pásmo jsou tak minimální, že stačí jeden automatický anténní člen pro doladění antény ve všech třech pásmech.

Princip pětprvkového beamu vychází z podobné antény popsané W6AJF v [4]. W6AJF popisuje čtyřprvkový beam (obr. 2), který může být změněn na tříprvkový systém se zkráceným zářičem a jedním direktorem (obr. 3). Toto provedení má stejný zisk 7 dB a má lepší předozadní poměr než čtyřprvkový systém na obr. 2.

U minibeamu byl tento systém doplněn o reflektor a zlepšen zisk o 2,5 dB (obr. 4).



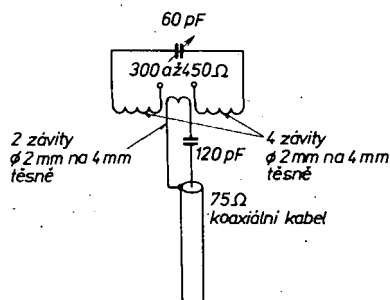
Obr. 3. Tříprvkový beam se zkráceným zářičem

Minibeam je skutečně na 28 MHz pětprvkový a má větší šíři pásma, než by bylo možno dosáhnout s pěti prvky v řadě – yagi. Šíře pásma je taková, že minibeam je schopen pokrýt i pásmo občanských stanic na 27 MHz, takže je možno mluvit o čtyřpásmovém beamu.

## Napájení

Anténa je napájena souměrným dvou-drátovým vedením o impedanci 300 až 450  $\Omega$  o délce 11,0 až 12,2 m. Anténní přizpůsobovací člen je spojen s vysílačem libovolně dlouhým souosým kabelem. Výhody souměrného napáječe o větší impedanci jsou v menších ztrátách, větší šíři pásma a dokonce při vhodné délce tohoto vedení je možno využít jeho elektrických vlastností pro automatické přizpůsobování antény ve všech třech pásmech pomocí navrženého anténního členu (obr. 5). Konstrukce anténního členu vycházela z předpokladu, že vhodná délka napáječe spolu se širokopásmovým zářičem umožňuje přizpůsobení vysílače k anténě automaticky ve všech třech pásmech.

V pásmu 21 MHz má napáječ charakter převážně rezistivní a sériový anténní obvod rezonuje na kmitočtu 21 MHz. V pásmu 14 MHz se při správné zvolené délce chová napájecí vedení jako indukčnost a v sérii s laděným obvodem jej automa-



Obr. 5. Automatický anténní člen pro minibeam

tický přeladí na nižší kmitočty, to je z 21 na 14 MHz. Na 28 MHz má napáječ kapacitní charakter a tím posunuje rezonanci automaticky k vyššímu kmitočtu, to je na 28 MHz.

V pásmu 21 a 28 MHz je činitel stojatého vlnění (ČSV) velmi dobrý, prakticky nepřesáhne v celém rozsahu 1,8, ale v pásmu 14 MHz je ČSV poněkud horší. Aby se i zde dosáhlo lepšího ČSV, byl do anténního členu zařazen kondenzátor asi 120 pF, který rozladí vazební smyčku, tím zlepší funkci členu na 14 MHz a neovlivní nepříznivě jeho funkci na 21 a 28 MHz.

Výhoda děleného napájecího vedení je také v tom, že je možno anténní člen zkoušet pod anténou, která je v pracovní poloze, což ocení zejména ten, kdo nastavoval přizpůsobení na střeše ze žebříku nebo anténu nastavil na zemi a po jejím umístění na stožár zjistil, že je vše jinak, a musel postup několikrát opakovat a anténu sundávat.

Pro správnou funkci automatického anténního členu musí mít symetrické napájecí vedení o impedanci 300 až 450 Ω délku 11,0 až 12,2 m a při průměru drátu 2 mm rozteč žebříčku 50 mm. V případě použití TV dvoulinky, to znamená do 150 W výkonu, pozor na zkracovací činitel podle druhu dvoulinky. Vf napětí v anténním členu je poměrně malé, proto je možno použít cívku malého průměru a kondenzátor s malými mezerami mezi deskami – „přijímačový“ – bez obavy z přehřátí nebo proražení, zejména při výkonech do 150 W. Někdy je nutno v pásmu 14 MHz anténní člen mírně doladovat podle toho, ve které části pásma pracujeme, nebo se spokojit s horším ČSV v tom sektoru, kde pracujeme méně často, protože anténní člen v tomto pásmu ladí poměrně ostře. Šíře pásma na 21 a 28 MHz je plně dostačující pro provoz v celém rozsahu povolených kmitočtů.

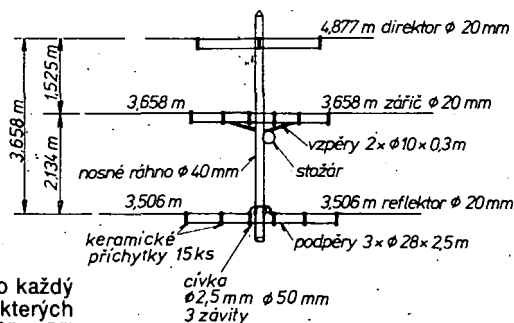
Je samozřejmě, že automatický anténní člen je kompromisním řešením, které je vhodné pro toho, kdo preferuje rychlé přechody z pásma na pásmo, zejména při závodech, a potřebuje mít anténu stále bez nastavování schopnou provozu. Ale při provozu QRP, kdy je nám líto každé desetiny ztraceného wattu, můžeme anténní člen doladovat ručně nebo dálkově a lze dosáhnout ve všech pásmech ČSV 1,2.

Automatický anténní člen není ovšem nezbytná část minibeamu. V případě potřeby může být souměrné vedení z antény přivedeno až k vysílači s vhodným klasickým anténním členem, ale aby byly ztráty minimální, je doporučena maximální délka svodu 17,1 m.

## Zisk antény

Minibeam G4ZU je tříprvkový směrový systém určený pro práci ve třech (čtyřech)

Obr. 6. Minibeam G4ZU



pásmech. Je samozřejmě, že jako každý vícepásmový systém pracuje v některých pásmech lépe a v některých hůře. Při pohledu na rozměry je zřejmá podobnost s beamem pro 21 MHz, kde pracuje minibeam jako tříprvková anténa s prodlouženým žebříčkem, aby se dosáhlo zvětšení vyzařovacího odporu a také zisku. Při správném nastavení je v pásmu 21 MHz zisk antény 7 dB a předozadní poměr vyzařování 20 dB. Anténa v tomto pásmu směřuje poměrně ostře a její parametry jsou srovnatelné s běžnými továrně vyráběnými anténami.

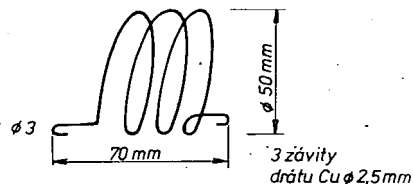
V pásmu 14 MHz je zisk asi o 1 dB menší, než má celorozměrový beam, a pohybuje se okolo 3,5 až 4 dB a předozadní poměr je 15 dB. Je to výsledek určitého kompromisu, který byl zvolen pro dodržení minimálních rozměrů a váhy anténního systému bez větší ztráty výkonu. Tímto řešením ale naopak získáme větší vyzařovací odpor a větší šíři pásma, takže anténa pohodlně obsáhne celý rozsah CW i SSB části pásma na 14 MHz.

Na 28 MHz pracuje anténa jako pětiprvkový beam a jejím popisu bylo věnováno více místa v úvodu článku. Zisk v tomto pásmu se bude pohybovat okolo 9 dB a předozadní poměr je asi 18 dB. Anténa je na 28 MHz extrémně širokopásmová a je schopna obsáhnout nejen celé amatérské pásmo, tedy včetně části pásma určené pro provoz přes kosmické převaděče, ale má dobrý zisk i v pásmu občanských stanic okolo 27 MHz. O tom je možno se přesvědčit poslechem jihoamerických stanic, které v tomto pásmu pracují. Stálo by jistě za pokus využít popsaný anténní systém pro velmi podstatné zvýšení dosahu našich občanských stanic, bez energetických nároků na výkon koncových stupňů a při snížení rušení v nežádoucích směrech vyzařování.

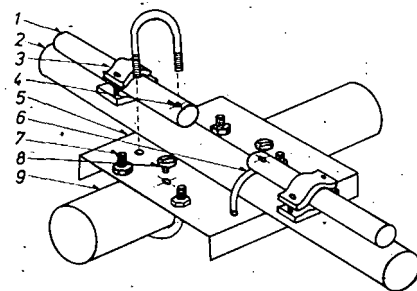
Uvedené údaje jsou výsledkem porovnání teoretických odhadů možností antény s praktickými zkouškami a měřeními, které je možné udělat s anténou v provozních podmínkách. To znamená bez umístění antény v homogenním poli, porovnání s izotropním zářičem atd. Minibeam byl prakticky vyzkoušen na kratší vzdálenosti asi 2 km s Tondou, OK1ASG, a Honzou, OK1AVQ, v Praze a s Jirkou, OK1BI, v Seči. Výsledky byly konzultovány s Mílou, OK1AWZ, a všem touto cestou děkuji. Pro mne – a myslím si, že pro všechny zájemce o praktické využití postavené antény, je důležitější snadná realizace skutečných možností minibeamu v provozu než nespornitelné a nadnesené teoretické předpoklady vyzařovacích charakteristik a zisku. Z tohoto důvodu také neuvádím vlastností antény popsané v [3], protože podle mého názoru mají propagační charakter a daleko překračují i teoretické možnosti krátkovlnných antén (např. předozadní poměr pro 14, 21 a 28 MHz 96, 76 a 36 dB atd.). Minibeam bohatě vrací vynaloženou námahu na stavbu a instalaci v podobě pěkných reportů a překvapivě účinnosti při volání výzvy. Anténa je určena zejména pro DX provoz svým velice nízkým vyzařovacím úhlem a v závodech je ocenitelné, že odpadá rušení místními, tj. evropskými stanicemi.

## Mechanická konstrukce

Uspořádání antény a rozměry prvků jsou zřejmé z obr. 6. Jednotlivé prvky jsou z duralových trubek o  $\varnothing 20 \times 1$  mm vždy v jednom kuse. V případě, že neseženete tak dlouhé trubky (zejména pro direktor), prodlužují se vsunutím další trubky o  $\varnothing 18$  mm a vzájemným „zadržením“, případně zajištěním hliníkovým nýttem. Prvky jsou upevněny izolovaně keramickými příchytkami na podpěry z trubek o  $\varnothing 28$  až  $30 \times 1,5$  mm o délce 2 až 2,5 m. Jako keramické příchytky jsem použil elektroinstalaci kabelové příchytky, které mají velmi dobrou mechanickou pevnost, odpovídající rozměry a vynikající izolační vlastnosti. Prvky jsou ve středu dělené, se vzduchovou mezerou 60 mm. Svod a cívka se k prvkům připevňuje nekorodujícími šroubky M3  $\times$  8 do otvorů vyvrtaných shora do pláště prvků. Spoj se zastříká Resistinem a obalí izolačním materiálem. Rozměry cívky v reflektoru jsou na obr. 7.



Obr. 7. Cívka do reflektoru



Obr. 8. Detail upevnění prvků k boomu. 1 – Aktivní prvek, zářič  $\varnothing 20 \times 1$  mm; 2 – Podpěra  $\varnothing 28 \times 1,5$  mm; 3 – Keramická příchytka kabelu (15 ks); 4 – Otvor  $\varnothing 3,1$  pro šroub M3  $\times$  10 na upevnění svodu; 5 – Příchytka 80  $\times$  100  $\times$  2 mm, výška ohybů 10 mm, ocelový plech; 6 – Trmen vnitřního ohybu 28 mm, délka před ohnutím 90 mm, na obou koncích závit M5 v délce 15 mm (6 ks); 7 – Trmen  $\varnothing 40$  mm, délka před ohnutím 120 mm, na obou koncích závit M5 v délce 15 mm (6 ks); 8 – Dva zajišťovací šrouby M5  $\times$  10 mm. Svrtat a zajistit po sestavení; 9 – Nosné ráhno  $\varnothing 40$  mm.

# Pohled k protinožcům

Původní článek pro Amatérské radio



Ron Murphy, ZL1AMM



Znak novozélandské radioamatérské organizace NZART (New Zealand Amateur Radio Transmitters)

Srdečný pozdrav všem radioamatérům v Československu od protinožců na Novém Zélandu! Moje radioamatérská volací značka je ZL1AMM a řídím rubriku „DX“ v novozélandském radioamatérském časopise „Break-In“. Po dohodě s mými kolegy v redakci Amatérského radia vás seznámím s radioamatérským hnutím v naší zemi – na Novém Zélandu. Spojení ZL-OK je běžné, avšak víme o sobě navzájem dost málo.

Začnu několika stručnými daty z historie radioamaterství u nás. První koncese pro radioamatéry vysílače byly u nás vydány v roce 1923 (celkem čtyři). Volací značky tehdy neměly prefix, skládaly se pouze z čísla oblasti a z dvoupísmenného suffixu. Stá koncese byla vydána v dubnu 1925. Potom začali naši radioamatéři používat prefixu Z (Zealand), později OZ (O – Oceania, Z – Zealand) a od roku 1929 už ZL. Radioamatérská spojení v té době probíhala v pásmu 140 až 180 metrů. První skutečně dálkové spojení bylo navázáno 22. května 1924 mezi naší stanicí Z2AC a stanicí CB8 v Buenos Aires na vzdálenost 6300 mil (10 138 km). Následovala další dálková spojení, z nichž nejvýznamnější bylo 18. října 1923 mezi stanicemi Z4AA a G2SZ v Londýně na vlně 92 metrů, (o tomto spojení referovala i pražská „Ná-

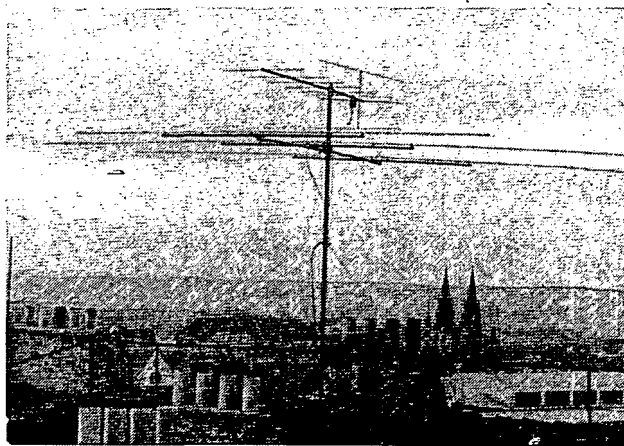
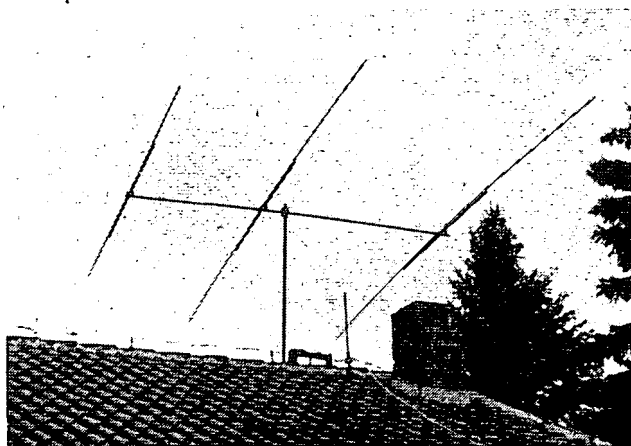
rodní politika“ – pozn. red.), které znamenalo ve své době rekord v překlenuté vzdálenosti (19 158 km), a mezi stanicemi Z4AG a F8AB (L. Deloy, Francie) na vzdálenost 20 125 km. V roce 1925 vysílali novozélandští radioamatéři v pásmech 32 až 35 a 90 až 160 metrů. Během roku 1926 začali vysílat i v pásmech 20 a 10 metrů. V roce 1929 jim byla přidělena pásma 160, 80, 40 a 20 metrů namísto pásma 32 a 35 metrů, které bylo obsazeno profesionálními stanicemi.

V srpnu 1926 se ve městě Auckland sešlo osm koncesionářů, kteří založili

NZART (New Zealand Association of Radio Transmitters). 1. ledna 1928 vyšlo první číslo časopisu Break-In, obsahující celé 4 strany! (Časopis Break-In od té doby vychází měsíčně, dnes na padesáti stranách.)

V roce 1929 měla NZART 250 členů. V roce 1930 bylo navázáno první spojení ZL – Evropa v pásmu 10 metrů mezi ZL1AA a F8AW. Držitelem první koncese na Novém Zélandu byl Norm Edwards, 1AA/Z1AA/OZ1AA/ZL1AA, který zemřel ve věku 49 let v roce 1950. Jeho volací značku má dnes přidělenou radioklub aucklandské pobočky NZART.

Organizace NZART má v současné době 76 poboček na celém území Nového Zélandu, z nichž většina má vlastní klubovou stanici, která bývá v provozu při nejrůznějších příležitostech, jakými jsou radioamatérské výstavy, setkání, soutěže atd. Vedení NZART a její sekretariát sídlí v Lower Hutt na severu našeho hlavního města Wellingtonu. Výkonný výbor NZART je tvořen zástupci všech čtyř novozélandských oblastí (ZL1 až ZL4). Oblast ZL1 zaujímá severní část Severního ostrova, ZL2 zahrnuje jižní část Severního ostrova a provincie Nelson a Marlborough na Jižním ostrově, ZL3 tvoří provincie Canterbury a Westland a konečně ZL4



Obr. 9 a 10. Dva mini-beamy v provozu

Nosné ráhno antény je z duralové trubky o  $\varnothing$  40 mm. Na ráhno jsou připevněny podpěry příchytkami z 2 mm tlustého plechu a třmeny ze svařovacích drátů o  $\varnothing$  5 mm s oboustranným závitem, ohnutými podle trubky ráhna a podpěr (obr. 8). Nezapomeňte příchytky po upevnění na ráhno a po srovnání prvků „svrtat“ a zajistit dvěma samořeznými šrouby 5 mm, aby se neprotáčely prvky na ráhnu v případě, že vám na anténu sedne hejno holubů. Páka o délce 3,6 m dokáže divy!

Ráhno ke stožáru připevníme obdobným způsobem jako prvky (zase „svrtat“ a zajistit). Kromě toho se v NDR prodává robustní a jednoduchý třmen na připevnění TV antén (7 marek), který jsem v mém případě s úspěchem použil. Doporučuji umístit ještě mezi podpěru zářiče a stožár

vzpěry 2 x 300 mm. Všechny šroubové spoje je nutno dobře utáhnout a před vztýčením antény zastříkat Resistinem ve spreji, aby se spoje samovolně nepovolovaly, ale v případě potřeby šly rozebrat.

Věnujte velkou pozornost mechanické pevnosti a tuhosti konstrukce, protože každá další zbytečná manipulace i s tak lehkou anténou je na střeše obtížná a dodatečné úpravy nebezpečné pro vás i anténu.

Také musíte počítat při stavbě mini-beamu s vhodně dimenzovaným rotátorem. Ne z hlediska síly (stačí stěračový motor), ale hlavně z hlediska vymezení všech vůlí ve spojích a v převodech. Každá nepatrná vůle se při délce prvků okolo 7 m nepříjemně násobí. Máte-li možnost výběru, volte pro poslední převod rotátoru

šikmé ozubení nebo šnekový převod, ve kterých nedochází k přímým nárazům zubů o sebe při kmitání antény ve větru, ale ke smýkání po šikmých plochách. To má velký vliv na životnost rotátoru.

Přeji všem hodně úspěchů ve stavbě, mnoho pěkných DX spojení a příjemných zážitků při provozu s mini-beamem.

## Použitá literatura:

- [1] *Ikrény*: Radioamatérské krátkovlnné antény.
- [2] *Rothamel*: Das Antennenn Buch.
- [3] *RSGB Bulletin II. 1956*, G4ZU Mini-beam for 14, 21, 28 MHz by G. A. Bird.
- [4] *QST, April 1955*: Aerial for 28 MHz. By W6AJF.



zahrnuje Otago, Southland a Stewart Island. Nejvíce radioamatérů je v oblastech ZL1 a ZL2. Pokud u nás někdo změní svoje QTH, zůstává mu jeho stará volací značka včetně jeho prefixu, proto například stanice s prefixem ZL1 může vysílat odkudkoliv z Nového Zélandu. Proto – pokud sbíráte například spojení pro některý z novozélandských diplomů – zeptejte se raději každé stanice na její přesné QTH, případně na číslo pobočky NZART.

Novozélandské stanice z oblastí ZL1 až ZL4 bývají v Evropě zpravidla dobře slyšet. Avšak stanice z některých ostrovů, které platí za samostatné země DXCC, jsou v Evropě vzácné a je těžké s nimi navázat spojení. Z těchto ostrovů je radioamatéry nejvíce obsazen Chatham Island v Tichém oceáně, ležící několik set kilometrů od východního pobřeží Jižního ostrova. Na ostrově Chatham se střídá letecká navigační služba, v jejichž řadách jsou i radioamatéři, kteří aktivně vysílají – provozem SSB například ZL3PA/C, ZL4PO/C a ZL4OY/C a provozem CW hlavně ZL4PO/C. Ostrov Chatham má několik set stálých obyvatel, z nichž většina jsou rolníci nebo rybáři.

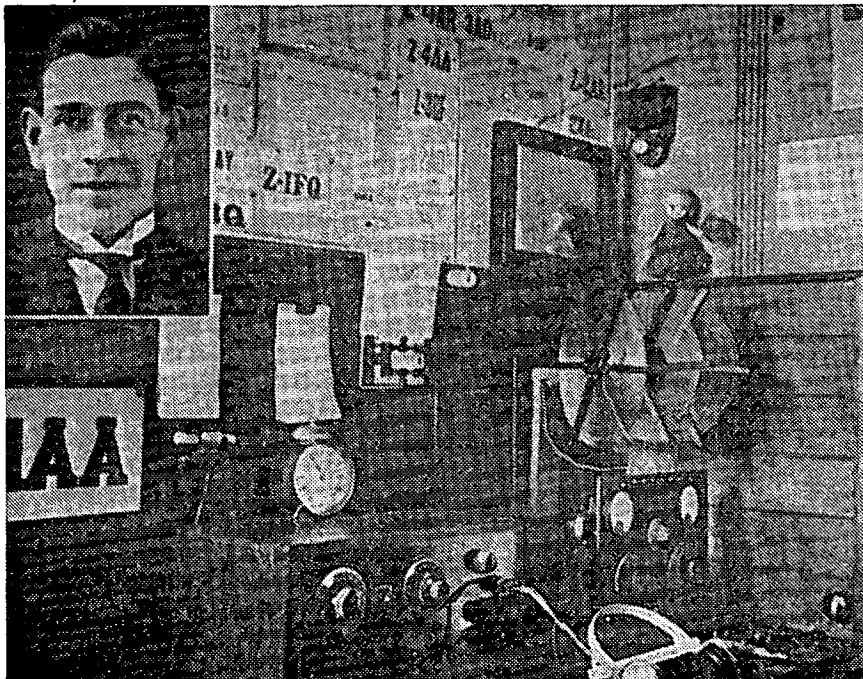
Další dvě „ZL země DXCC“ – ZL/A (Auckland Islands) a ZL/K (Kermadec Islands) – mají pouze meteorologické stanice a nežijí tam trvalí usadilci. Osádky meteorologických stanic tvoří pouze meteorologové, technici a kuchaři a střídají se každý rok v létě. Turisté mohou pobývat na těchto ostrovech pouze krátce a radioamatérům v současné době nejsou povoleny DX-expedice. Obě oblasti – ZL/A a ZL/K – jsou totiž chráněny přírodními rezervacemi. Proto můžeme v radioamatérských pásmech slyšet stanice ZL/A nebo ZL/K jenom v tom případě, je-li mezi osádkou meteorologické stanice radioamatér. V několika posledních letech to byli ZL3AFH/A a ZL4OY/A. V současné době vysílá z ostrova Campbell v souostroví Auckland ZL3HI/A, který má však povolení pouze pro pásmo 80 metrů a pro VKV. Ostrov Campbell leží asi 600 km jižně od Nového Zélandu a silné západní větry neumožňují výstavbu antén pro krátké vlny na delší dobu.

Ostrov Kermadec leží asi 800 km na severo-severovýchod od Nového Zélandu a jeho meteorologická stanice je umístěna na ostrově Raoul. Souostroví je chráněnou přírodní rezervací pro vzácnou flóru i faunu; na ostrovech je mnoho vulkanických kráterů s horkou vodou a bahnem. Velmi časté jsou i otřesy půdy a možná jsou u vás i pamětníci ničivých erupcí z roku 1964.

V současné době je na Novém Zélandu asi 8000 radioamatérských koncesí. V roce 1983 – WCY – mohli používat naši radioamatéři prefixu ZM. V době, kdy píše tento článek, je aktivní stanice ZL9WCY z města Napier při příležitosti radioamatérské výstavy (19. až 21. 10. 1983). Kromě ní vysílalo v roce 1983 množství dalších stanic se sufixem WCY. Mnohé z nich jste měli příležitost slyšet ve VK/ZL/Oceania contestu, který je pravidelně a každoročně pořádán v prvním a druhém říjnovém víkendu ve všech krátkovlnných pásmech.

Pozvánkou do našeho VK/ZL/Oceania contestu se s vámi loučím a těším se na slyšenou! 73, 88 a dobrý DX-ing!

Při zpracovávání příspěvku Rona Murphyho, ZL1AMM, nás napadla otázka: Kdo z OK navázal první spojení s našimi protinožci? Kdy to bylo? O odpověď



První novozélandská radioamatérská výšilací stanice 1AA patřila Normu Edwardsovi

a o vyličení té dnes už těžko představitelné atmosféry jsme požádali dr. ing. Josefa Daneše, OK1YG:

27. října 1925 ve 23.25 zapíná Pravoslav Motyčka svou stanicí, kterou ukrývá v laboratoři ETA (tehdy) ve Vršovcích (nyní ZPA v Nuslích) v Praze. Spouští alternátor a ve 23.35 volá „ARRL DE OK1“. Pracuje ICW, do antény teče 0,7 A. Po půlnoci příjem amerických stanic sílí. 28. října v 00.15 slyší cvrlikavý tón stanice G4JE, která pracuje s americkou 6RM. V 20.27 navazuje spojení s PR4JE. Je to Joaquin Augusty, San Juan, Portoriko, šéf tamější rozhlasové stanice, která pracuje každou středu a čtvrtek od 20. do 22. hodiny na vlně 340,7 m výkonem 500 W. Spojení je zaznamenáno jen útržkovitě. V deníku je poznámka „velmi rušné výboje“. Souvisle je zapsáno „QRA HR IS AUGUSTY SAN JUAN“, žádost o adresu a na závěr „UR SIGS R7 FB OM – HPE TO QSO AGN SURE QSL OM PRAVOSLAV 73“. Motyčka poslouchá na dvoulampový přijímač. Chvilku sleduje profesionální WIR, Rocky Point, a pokračuje v poslechu provozu

evropských a amerických amatérských stanic.

Noc ubíhá a ráno v 06.45 slyší Z2AC ve spojení s 1GWI. Počká, až obě stanice dokončí, a zavolá. Je 28. října 1925, 06.55. Motyčka slyší: „OK1? Z2AC CALL AGN UR QSB“. Motyčka, OK1, volá znovu. Přichází odpověď: „R OK FB VY GLD TO QSO CONGRATS OM QRA IS IVAN HENRY O MEARA 209 HARRIS STREET GISBORNE – QRA? QRK R4 BUT QRN – HW? QRA?“ Motyčka dává svou adresu a Z2AC ho žádá, aby se ještě podíval po Z2AE a udělal s ním spojení. Motyčka se o to pokouší a volá ho ještě v 8 hod. Pak zjišťuje, že mu klesá anténní proud a že se mění výkon vysílače. Jde k alternátoru, utahuje femen, 08.28 až 08.37 vysílá TEST DE CSOK1 a anténní proud už je zase stálý, 0,7 A. V 08.37 volá americkou stanicí U8NLH, v 09.06 pracuje s francouzskou F8RLH; tak zní totiž správná značka stanice, kterou Motyčka zprvu považoval za americkou. Úspěšná noc končí. Bylo dosaženo absolutně prvního (nikoli jen amatérského) rádiového spojení ČSR s Novým Zélandem a se Střední Amerikou. Použitá vlnová délka není v deníku zaznamenána, ale bylo to někde kolem 100 m.

# Z L 1 A M M

Member of N.Z.A.R.T., Auckland Branch 02 — Waitomata County

TO RADIO **OK1PFM**  
CONFIRMING OUR QSO

DATE			Universal Time	MHz	RST	2-WAY SSB CW
Day	Month	Year				
27	5	82	0428	14	579	SSB CW

RON MURPHY  
35 Winstone Road, Mt. Roskill,  
Auckland 4.  
NEW ZEALAND



MNI TKS ES 73

Ron

## DRUŽICE K ZÁCHRANĚ TROSEČNÍKŮ NA MOŘI

Úsilí vynakládané na záchranu posádek námořních lodí bylo v posledních letech, přes značné výdaje s tím spojené, málo účinné. Jen v letech 1978 až 1980 se ve světových mořích potopilo téměř 1000 lodí o celkové tonáži více než 5,5 miliónu BRT. Pochybnosti o současných záchranných možnostech začaly již v roce 1979, kdy záhadně zmizela v Jižním Atlantiku obří liberijská loď OBO (Oil-Bulk-Ore) Berge Vanga o tonáži 220 000 DWT se čtyřiceti členy posádky, přestože probíhaly pátrací akce, vyžadující si denní náklady statisíců dolarů.

Vzhledem k tomu, že do čtyřiačtyřiceti hodin přežívá ze čtyř pouze jeden z trosečníků, hledají se rychlejší i účinnější možnosti záchran. Někdy je problémem vyslat vůbec tísňovou zprávu. Tradičně používané kmitočty pro takové volání (500 a 2182 kHz) jsou v některých částech světa přeplněny provozem s pobřežními stanicemi, kromě toho zde může negativně působit i případná nekáze operátorů. Dalším problémem je malý dosah lodních vysílačů, který obvykle nepřesahuje 350 km. Proto jsou na lodích v poslední době instalovány havarijní rádiobóje, které po uvedení do chodu vysílají automaticky zaměřovací signál na kmitočtech 121,5 nebo 243 MHz. Vzhledem k relativně vysokému kmitočtu jsou však tyto signály zachytitelné loděmi jen asi do 25 km a pátracími letadly do 100 km.

Proto se jako nejvhodnější jeví záchranný systém využívající umělých družic. Na něm již spolupracují experti z USA, SSSR, Velké Británie, Japonska, NSR i jiných zemí a byl již úspěšně použit při záchranných akcích v rámci družicového systému INMARSAT (International Maritime Satellite Service). Tento systém umožňuje lodím komunikovat radiotelefonem nebo telexem s pobřežními stanicemi bez nutnosti ovládat telegrafní abecedu. Hovory mezi loděmi využívají dvou družicových linek a jedné nebo dvou pobřežních stanic. Tísňová volání adresovaná Goon-

hillské pobřežní stanici jsou automaticky spojována do koordinačního centra záchranných prací v britském Falmouthu.

Tento systém má nedostatky. Je nepoužitelný v určitých částech polárních oblastí a v zóně pruhu podél 104. poledníku západní délky mezi Velikonočním ostrovem a pobřežím Jižní Ameriky. Geostacionární družice „zavěšené“ nad rovníkem ve vzdálenosti asi 38 000 km od zemského povrchu jsou již v oblastech nad 70° severní šířky často pod horizontem a spojení družice-loď je ztraceno v důsledku ztráty vzájemné viditelnosti. Automatické havarijní rádiobóje EPIRB (Emergency Position Indicating Radio Beacon) musí být vybaveny výkonnými vysílači a jejich informace musí obsahovat polohu lodí uloženou v paměti nebo nastavenou ručně. V případech náhlé katastrofy však tato podmínka nemusí být vždy splněna. Proto jsou vhodnější tzv. nízkoorbitální družice, které obíhají ve výšce 800 až 1000 km nad zemským povrchem. Tento systém je globální a signály vysílané rádiobójí nemusí obsahovat informace o poloze lodí. Ta je stanovena Dopplerovým principem z přicházejících signálů podobně jako u družicové navigace.

Podle smlouvy mezi USA a SSSR z května 1977 o mírovém využívání kosmického prostoru došlo mezi USA, SSSR, Kanadou a Francií k vypracování nových záchranných projektů. Práce probíhaly v USA v rámci NASA (National Aeronautics and Space Administration), v Kanadě v DOC (Department of Communications), ve Francii v CNES (Centre National d'Etudes Spatiales) a v SSSR v MMF (Ministerstvo Morskogo Flota).

Spojené státy, Kanada a Francie vypracovaly projekt SARSAT (Search and Rescue Satellite Aided Tracking), Sovětský svaz projekt KOSPAS (Kosmická Sistema Poiska Avárijních Sudov i Samoletov). V letech 1977 až 1980 se scházeli

expertí MMF, NASA, DOC i CNES a v listopadu 1979 podepsali memorandum o formách vzájemné spolupráce. V květnu 1980 byl dohodnut společný projekt SARSAT-KOSPAS, spočívající na čtyřech pod-systémech. Ty tvoří: havarijní rádiobóje EPIRB, dvě sovětské a tři americké družice, kontrolní centra a pozemní přijímací stanice. Systém umožňuje používat dosavadní rádiobóje pracující na 121,5 MHz i experimentální rádiobóje pracující na 406,025 MHz, kterých je na lodích i letadlech přes dvě stě tisíc. Nová havarijní bóje EPIRB má dva vysílače. Hlavní pracuje na kmitočtu 406,025 MHz a umožňuje určit polohu lodí s přesností 2 až 5 km, druhý slabší s kmitočtem 121,5 MHz slouží k přesnému navedení záchranných plavidel nebo letadel na cíl. Nová rádiobóje je 80 cm vysoká, váží 5 kg a její cena je asi 1000 \$. Tísňový signál okamžitě informuje o jménu lodí, její národnosti i o čase, kdy byla bóje uvedena do provozu.

Systém SARSAT-KOSPAS pracuje tak, že tísňový signál je zachycen družicí, zpracován a na kmitočtu 1544,5 MHz předán počítači přijímacího centra. Ten okamžitě určí polohu EPIRB. Tři přijímací stanice jsou v USA (ve státech Illinois, Kalifornii a Aljašce), jedna v Kanadě (v Ottavě), jedna ve Francii (v Toulouse) a dvě v SSSR (v Archangelsku a Vladivostoku). Operační pásmo pokrývá tedy prakticky celou severní polokouli. Kontrolní centrum sovětské sekce systému je v Moskvě, americké v St. Louis, kanadské v Ottavě a francouzské v Toulouse. Spojení všech center je telexem.

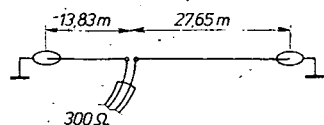
Systém SARSAT-KOSPAS je budován ve dvou fázích. Všechny potřebné části systému na bojích, družicích i v přijímacích centrech byly vyzkoušeny již v letech 1981 a 1982. Druhá etapa, která právě probíhá, má trvat 15 měsíců a má prověřovat spojení prostřednictvím družic vypuštěných USA i SSSR. Námořníci celého světa pevně věří, že v blízké době se již budou moci plavit bez obav, že po případné lodní katastrofě se ti, kteří přežijí, ztratí beze stop.

Jaroslav Presl, OK1NH

## Anténa pro 3,5 a 28 MHz

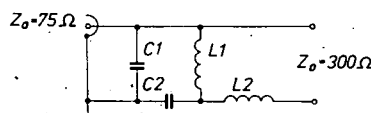
Po uvolnění pásma 28,1 až 28,2 MHz pro operátory třídy C vyvstalo pro ně několik problémů – především úpravy přijímačů a vysílačů a také potřeba vhodné antény.

Pro pásma 1,8 a 3,5 MHz je možno používat společnou, např. oblíbenou dlouhodráťovou anténu, horší je to již s pásmem 28 MHz. Proto jsem pro pásmo 1,8 MHz ponechal původní anténu (bývalé vedení el. síť, dlouhé 170 m) a pro pásma 3,5 a 28 MHz jsem vyzkoušel dipól, který jsem napájel souměrným vedením obyčejnou černou TV dvojlinkou o impedanci 300 Ω.



Obr. 1. Nesouměrný dipól pro 3,5 a 28 MHz

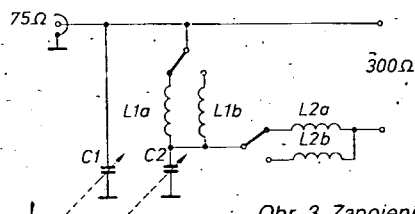
Anténa délky 41,48 m rezonuje na kmitočtech (mimo jiné) 3,45 a 28,8 MHz, tedy málo pod, příp. nad požadovaným pásmem. Tento rozdíl není tak velký, aby se anténa nedala použít i pro provoz v rozsá-



Obr. 2. Symetrizační a transformační člen

zích 3,52 až 3,6 a 28,1 až 28,2 MHz. Tato anténa má v bodě vzdáleném od jednoho konce 27,65 m impedanci 265 Ω pro obě uvedené pásma, proto je možno v tomto bodě připojit neladěné napájecí vedení s impedancí kolem 300 Ω (viz obr. 1).

Protože ale vysílač má (nebo alespoň by měl mít) nesouměrný výstup s impedancí 75 Ω, je nutno mezi výstup vysílače a napáječ vložit symetrizační a transformační člen, např. podle obr. 2. Jeho úprava pro obě pásma je znázorněna na obr. 3, kondenzátory C1 a C2 jsou zde



Obr. 3. Zapojení pro dvě pásma

nahrazeny dvojitým ladicím kondenzátorem 2 x 450 pF ze starého rozhlasového přijímače a ke každé sekci je připojen ještě pevný kondenzátor 33 pF. Cívky L1 a L2 se pro obě pásma přepínají dvoupólovým páčkovým přepínačem, nebo elegantnějším tlačítkovým přepínačem typu ISOSTAT, který pro výkony třídy C zcela vyhoví. Vzhledem k tomu, že tyto přepínače mají více kontaktů, je možno i místo otočného kondenzátoru přepínat dva páry pevných kondenzátorů, nastavených na střed použitých pásem. Pak je možno celý symetrizační člen vestávet do malé krabíčky.

Cívky L1 a L2 jsou obě stejné a jejich indukčnost je:

$$L = \frac{Z_{\text{výst.}}}{10f} \quad [\mu\text{H}, \Omega, \text{MHz}]$$

Rovněž kondenzátory C1 a C2 mají oba stejnou kapacitu, která se určí podle:

$$C = 2 \frac{2530}{fL} \quad [\text{pF}, \text{MHz}, \mu\text{H}]$$

Tab. 1. Použité součástky

Pásmo MHz	3,55	28,15
L1 = L2 μH	8,5	1,0
C1 = C2 pF	473,	64

OK1IKE

# Co je biočip?

Ing. Erich Turner

## Hustota integrovaných obvodů

Současná hustota integrovaných obvodů je pro nezasvěceného člověka obrovská. Na jeden čip, t. j. na křemikovou destičku o velikosti 4 až 40 mm<sup>2</sup>, typu VLSI (very large scale integration, což znamená integrovaný obvod se značně velkou hustotou umístění logických členů, popř. tranzistorů) se vejde přes 100 000 logických členů (tranzistorů).

Výzkum a vývoj integrovaných obvodů usiluje o dosažení stále větší hustoty. To znamená, že miniaturizace elektronových zařízení stále postupuje. Jeden integrovaný logický obvod typu TTL bývá umístěn na ploše 0,01 mm<sup>2</sup>. Na stejnou plochu se však vejde až 150 integrovaných logických obvodů typu MOS (metal oxide semiconductor – polovodičový prvek, u něž vrstva kovového kyslíčnicku slouží jako izolace).

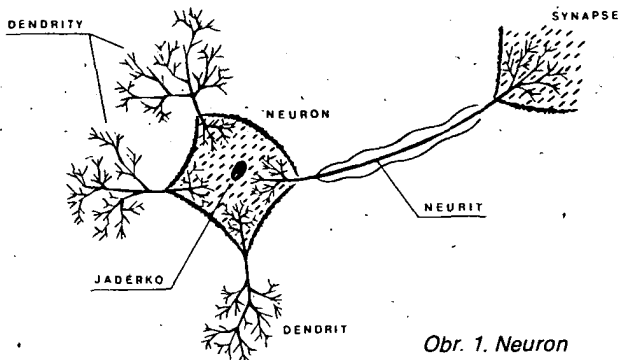
Firma Hewlett-Packard vyvinula 32bitový mikroprocesor, jehož čip obsahuje 450 000 tranzistorů. Z polovodičových pamětí je na trhu např. výrobek firmy Siemens, jehož čip obsahuje 65 Kbitů. Kapacita

dosaženy hranice „křemíkového světa“. Např. známý japonský vědec Leo Esaki, nositel Nobelovy ceny, pracuje na celé řadě problémů, jejichž řešení slibuje další zvýšení hustoty. Pro úplnost lze uvést, že z 500 000 známých anorganických sloučenin jsou to jen asi čtyři (galiumarzenid, aluminiumarzenid, galiumantimonid a indiumarzenid), které jsou nejvhodnější pro technologii výroby polovodičových prvků o velké hustotě. Výzkum integrovaných obvodů s velkou hustotou logických, popř. paměťových prvků nebo tranzistorů, je velice náročný.

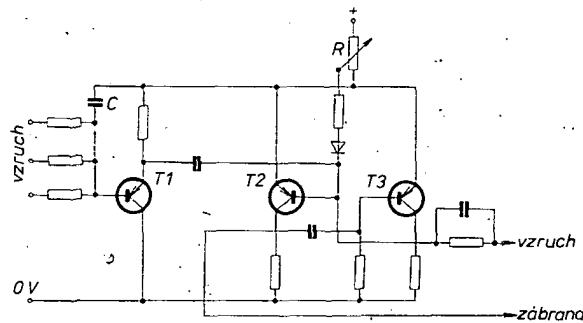
Další a další zvětšování hustoty však naráží dříve nebo později na přirozené hranice, které zřejmě již nebude možno překročit. Ale příroda nám ukazuje, kam bychom se měli ubírat, chceme-li překročit bariéru současných technologických metod.

## Neurony

Nervová soustava živočichů a přirozeně také lidí se skládá z neuronů, které jsou



Obr. 1. Neuron



Obr. 2. Náhradní schéma neuronu

cita této paměti odpovídá několika tištěným stranám knihy. U téže firmy je ve vývoji paměť na 256 Kbitů. V Japonsku se vyvíjí paměť RAM (random access memory – paměť s libovolným výběrem, obvykle je míněna paměť počítače, přičemž každé místo paměti je určeno adresou), která má mít rovněž kapacitu 256 Kbitů, a to technologií CMOS (complementary metal oxide semiconductor – komplementární polovodičový prvek s kovovým kyslíčnickem jako izolací s kanály pan na jediné křemíkové destičce), a které se předvídá velká budoucnost. Je známo, že v některých laboratořích se již vyvíjejí paměti typu RAM s kapacitou 512 Kbitů. Na těchto příkladech vidíme, jak miniaturizace pokračuje. Je to v zájmu úspory materiálu, hmotnosti, energie a stále rychlejšího přenosu signálů mezi jednotlivými prvky na čipu samotném. Miniaturizace má nejen velký význam pro zlepšení a rozšíření funkce elektronických zařízení, ale umožňuje také neobyčejně široké aplikace téměř ve všech oblastech vědy a techniky.

Se zvětšováním hustoty prvků na čipu se však množí technologické problémy. Jde o stále složitější způsoby navrhování integrovaných obvodů, jejich testování a samotné výroby. Nelze tvrdit, že jsou již

základními prvky nervové soustavy. Láká nás představa, že by mohly být konstruovány čipy, jejichž logické, paměťové i zesilovací prvky by byly tvořeny z organických molekul. Tím by se podařilo zvětšit hustotu prvků o mnohonásobek vzhledem k dnešnímu stavu.

Hustota neuronů v lidském mozku je přibližně 10<sup>8</sup> neboli 100 milionů v krychlovém centimetru. Přitom je celkový příkon mozku pouze asi 10 W. Člověk se narodí s 15 až 20 miliardami neuronů v mozku (tato čísla uvádějí různí autoři odlišně). Rozoznáváme několik druhů neuronů a jejich vzájemného spojení.

Na obr. 1 je např. znázorněn neuron, který přijímá docházející vzruchy několika krátkými, často bohatě rozvětvenými výběžky, zvanými dendrity. Vlastní nervová buňka s jádrem mění přijímaný vzruch v určitý průběh elektrického potenciálu, který se šíří jako sled impulsů v navazujícím (odstředivém) nervovém vláknu, které se nazývá neurit. Neurit má průměr 0,0001 cm a může být dlouhý až 1 m. Zprostředkuje na svém konci signál dalšímu neuronu.

Na obr. 2 je náhradní schéma neuronu. Jde o monostabilní multivibrátor např. se třemi tranzistory T1 až T3, jenž počítá

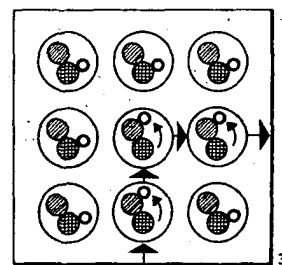
vstupní impulsy obdobně, jak to dělá neuron pomocí dendritů na svém vstupu (sčítání vzruchů). Impulsy na vstupu nabíjejí kondenzátor C. Odpor R určuje prah citlivosti, při jehož překročení se mění stav na výstupu multivibrátoru. Signál na výstupu multivibrátoru i neuronu je binární; vzruch působí stav 1 a zábrana stav 0.

Jiný druh neuronu patrně zajišťuje tzv. dlouhodobou paměť pomocí molekulárních změn nervové buňky.

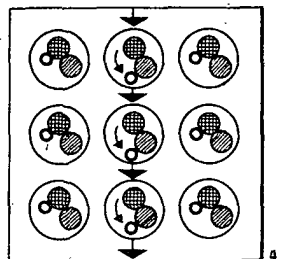
## Výzkum biočipů

Od anatomických a fyziologických úvah o podstatě neuronů a jejich funkcích vede přímá cesta k výzkumu biočipů. Jsou to integrované obvody na základě proteinů, t. j. jednoduchých bílkovin, které se rozpadnou na aminokyseliny. Proteiny mají plnit funkci logických, paměťových i zesilovacích obvodů. Podaří-li se vytvořit takové čipy, znamenalo by to obrovský kvalitativní skok v rozvoji mikroelektroniky; podle různých domněnek by se mohla hustota prvků zvětšit až stotisícinásobně.

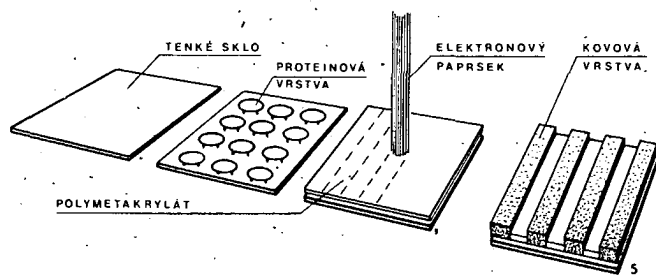
Jaké problémy se vyskytují při prvním pohledu na výzkum biočipů? Nejorganizovanější lidské buňky – mozkové neurony – nemají jako jiné buňky lidského organismu schopnost obnovy, ale den co den jich odumírá na tisíce. Bílkoviny jako základní materiál pro tvorbu elektronických obvodů nemají příliš dlouhou životnost, alespoň ne v obvyklých existenčních podmínkách. Je velmi obtížné najít dosta-



Obr. 3. Molekulární spínač „uzavřen“



Obr. 4. Molekulární spínač „otevřen“



Obr. 5. Jedna z metod konstrukce biočipu

tečně spolehlivé (i trvanlivé) bistabilní molekulární útvary organického původu, které mohou uspokojivě sloužit jako paměťové nebo spínací prvky.

Jako příklad pro konstrukci paměťového spínacího prvku by mohl posloužit hemoglobin – červené krevní barvivo, které patří k nejdůležitějším složkám krve u obratlovců. Hemoglobin snadno váže kyslík a přenáší jej do tkání. Molekula hemoglobinu se tedy vyskytuje ve dvou stavech. Buď se váže s atomy kyslíku nebo ne (tento systém se podobá práci počítače v binárním jazyce).

Na obr. 3 a 4 vidíme, jakou strukturu by mohl mít molekulární spínač. Podle postavení kyslíkového atomu (bílý kroužek) je spínač buď otevřený nebo zavřený.

Jiný příklad poskytují polymery. Jsou to makromolekuly, v jejichž molekulách se opakují v pravidelném sledu určité seskupení atomů. Vazební elektrony podél polymerních řetězců vykazují určité vlastnosti, které souvisí s elektromagnetickou molekulární rezonancí.

Současný výzkum je zaměřen především na hledání větších organických molekul (zpravidla bílkovinných), které dokáží usměrňovat elektrický proud, popř. které existují ve dvou elektrických stavech. Není vyloučeno, že bude třeba uměle vytvářet organické molekuly s potřebnými vlastnostmi.

Při jednom z postupů, ověřovaných při výzkumu, byla např. na extrémně tenkou skleněnou destičku nalepena proteinová vrstva. Na ni byla nanášena vzorkovaná vrstva atomů stříbra. Elektronovým paprskem (metodou elektronové litografie) byly pak vytvořeny spoje. Kov však tvořil příliš široké spoje, které nemohou bez komplikací navázat na jednotlivé neurony.

Při jiné metodě (obr. 5) je na proteinové vrstvě polylysin) nanášena vrstva z orga-

nické látky s názvem polymetylmetakrylát. Elektronový paprsek pak vytvrzuje určité oblasti poslední vrstvy. Vytvrzené oblasti se odstraňují lihem. Pak se nanáší vrstva ze stříbra, přičemž proteinová vrstva „organizuje“ atomy stříbra v předepsanou strukturu.

Anglický tým vědců se snaží spojit organické molekuly s křemíkem nebo s galiumarzenidem.

Výzkum biočipů probíhá v celé řadě průmyslově vyspělých států. První práce byly publikovány v roce 1974. Pak se objevily první patenty. Výzkumy jsou dosti štedře financovány – již vzhledem k vojenskému významu těchto prací.

### Možné aplikace a výhled

Popularizující články o biočipech se soustřeďují na nejatraktivnější stránku těchto výzkumů – na úvahy o možných aplikacích, při nichž lze poskytnout fantazii volné pole, které jsou však předčasné (rozdělujeme kůži medvěda dříve, než ho máme). V každém případě mají však biočipy neobyčejně zajímavé perspektivy: od nahrazení vadných smyslových orgánů (vidění slepců) a „oprav“ poškozených nervových spojů popř. lidských orgánů, až k vnitřnímu sledování doposud „skrytých“ fyziologických procesů lidského těla. Velmi lákavá je také představa, že by se biočipy mohly na základě vložených genetických vlastností reprodukovat nebo dokonce samy zdokonalovat.

Výzkum biočipů může jistě přispět nejen k lepšímu poznání vyšší nervové činnosti, ale i k tvorbě kvalitativně nových systémů počítačů, jež by mohly vykonat mnoho duševních úkonů, které jsou zatím vyhrazeny jen lidskému mozku.

**Amatérské RADIO**

NOSITEL  
VYZNAMENÁNÍ  
ZA BRANNOU  
VÝCHOVU  
I. A II. STUPNĚ

ČASOPIS PRO ELEKTRONIKU  
A AMATÉRSKÉ VYSÍLÁNÍ

## KONSTRUKČNÍ PŘÍLOHA

### OBSAH

Krok přes řeku času (dr. F. Huřka)	1
Rok 1983 – rok VII. sjezdu Svazarmu	2
Přijďte mezi nás (J. Litomský)	3
Hlítklub na Pedagogické fakultě v Plzni (ing. K. Rauner)	3
Dobrodružství krátkých vln – před 60 lety v Nice (doc. dr. ing. M. Joachim)	4
Seminář k radioamatérské historii	5
Družicové spoje (ing. F. Štraňák, ČSc.)	6
Stereofonní přijímač pro místní i dálkový příjem (ing. J. Klabal)	19
Digitální stupnice přijímače FM/AM (ing. M. Macko)	27

### PROGRAMOVÁ PŘÍLOHA:

Výpočet polohy Mesiaca na TI-58/59 (Ján Polec)	33
Návrh sietového transformátora HP-41C (ing. I. Belka)	34
Program pro výpočet vzdálenosti ze čtverců QRA na HP-41C (ing. J. Závodský, ing. J. Hlavsa)	34
Program pro výpočet vlastností elektronických obvodů (S. Novák)	36
Převod přechodové charakteristiky na kmitočtovou TI-58/59 (J. Ježek)	45
Výpočet vstupních a oscilátorových obvodů superhetu (K. Dušek)	46
Výpočet síťového transformátoru TI-57 (K. Dušek)	48
Test čísla na prvočíslo (Z. Bahenský)	48

Jak je to s propojováním nf řetězců (M. Vejvoda)	49
Indikátory ze svítivých diod pro magnetofony B113, 115, a 116 (M. Vejvoda)	53
Impulsní regulátor jako invertor napájecího napětí (F. Kyrš)	55
Stabilizovaný napájecí zdroj 30 V/5 A (ing. M. Mastný, ing. K. Fenz)	56
Stabilizované zdroje SZ I a SZ II (ing. P. Lajtkep)	62
Digitální multimetr v kapesním provedení (dr. L. Kellner)	68
Digitální otáčkoměr se synchronním spouštěním (ing. O. Filip)	70
Senzorový spínač (J. Macháček)	72
Třípásmový minibeam G4ZU (P. Nedbal)	73
Pohled k protinožcům (R. Murphy)	75
Družice k záchraně trosečníků na moři (J. Presl)	77
Anténa pro 3,5 a 28 MHz (ing. J. Hellebrand)	77
Co je biočip? (ing. E. Terner)	78

## Konstrukční příloha časopisu Amatérské radio

Vydává ÚV Svazarmu ve Vydavatelství NAŠE VOJSKO, Vladislavova 26, 113 66 Praha 1, tel. 26 06 51-7. Šéfredaktor ing. Jan Klabal, zástupce šéfredaktora Luboš Kalousek, OK1FAC.

**Redakční rada:** RNDr. Václav Bronnhofer, OK1HAQ, Václav Brzák, OK1DDK, Kamil Donát, OK1DY, ing. Otto Filippi, Vladimír Gazda, Antonín Glanc, OK1GW, Ivan Harminc, OK3UQ, Miroslav Haša, Zdeněk Hradský, Pavel Horák, Jaroslav Hudec, OK1RE, Jaroslav Kryška, Josef Krůpa, ing. Egon Měšic, OK3UE, Vladimír Němec, RNDr. Ludovít Ondříš, ČSc., OK3EM, ing. Ota Petráček, OK1NB, ing. František Smolík, OK1ASF, ing. Eduard Smutný, Václav Teska, doc. ing. Jiří Vackář, ČSc., laureát státní ceny Klementa Gottwalda, Jaroslav Vorlíček, ing. Jiří Zima.

**Redakce:** Jungmannova 24, 113 66 Praha 1, tel. 26 06 51-7, ing. Jan Klabal I. 354, Luboš Kalousek, OK1FAC, ing. Přemysl Engel, Adrien Hofhans I. 353, ing. Alek Myslík, OK1AMY, Petr Havlíš, OK1PFM, I. 348, sekretariát Marta Trnková I. 355.

Cena výtisku 10 Kčs. Rozšiřuje PNS, v jednotkách ozbrojených sil Vydavatelství NAŠE VOJSKO, administrace, Jungmannova 24, 113 66 Praha 1. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS, vývoz tisku, Jindřišská 14, Praha 1. Tiskne NAŠE VOJSKO, n. p. závod 08, 162 00 Praha 6-Liboc, Vlastina 710.

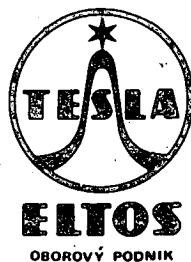
Za původnost a správnost příspěvku ručí autor.

Dáno do tisku 1. června 1983. Podle plánu má konstrukční příloha vyjít v prosinci 1983.

Číslo indexu 46 043. ISSN 0322-9572.

© Vydavatelství NAŠE VOJSKO, Praha 1983.

# průzkumový prodej



## VZAJEMNÁ VAZBA TRHU A VÝROBY

Vybrané značkové prodejny Tesly Eltos zajišťují průzkumový prodej výrobků z náběhových sérií výrobních podniků VHJ Tesly – Spotřební elektroniky, koncernu Bratislava, případně též výrobků spotřební elektrotechniky z produkce partnerských VHJ v rámci odvětví elektrotechnického průmyslu.

Smyslem průzkumového prodeje, s nímž jsou spojeny i výhody pro spotřebitele (např. prodloužení lhůty bezplatného servisu mimo záruční období), je sledovat a vyhodnocovat odbyt těchto výrobků z náběhových sérií a předávat výrobním podnikům výhledy potřeb trhu a poptávky – k usměrnění nejen objemů výroby, ale též dalších inovačních programů. Současně tyto průzkumy poskytují podklady pro zhospodárňování a zkvalitňování služeb v oblasti servisu.

# PRODEJNY TESLA